



---

# **МОЛОДАЯ МЫСЛЬ: НАУКА, ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ**

---



**Материалы XI (XVII) Всероссийской научно-  
технической конференции студентов, магистрантов,  
аспирантов и молодых ученых  
01-05 апреля 2019 года**

**Братск 2019**

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«БРАТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**Молодая мысль:  
наука,  
ТЕХНОЛОГИИ,  
ИННОВАЦИИ**

**Материалы XI (XVII) Всероссийской  
научно-технической конференции  
студентов, магистрантов, аспирантов  
и молодых ученых  
01-05 апреля 2019 года**

**Братск**

**Издательство Братского государственного университета  
2019**

**УДК 72:624**

Молодая мысль: наука, технологии, инновации: материалы XI (XVII) Всероссийской научно-технической конференции. – Братск: Изд-во БрГУ, 2019. – 295 с.

*Доклады и сообщения отражают основные результаты научно-исследовательской деятельности научно-педагогических работников, студентов, магистрантов, аспирантов Братского государственного университета и других вузов России по широкому кругу вопросов.*

**Редакционная коллегия:**

Люблинский В.А., к.т.н, профессор

Рунова Е.М., д.с-х.н, профессор

Никифорова В.А., д.б.н, профессор

Черутова М.И., к.э.н, профессор

Рычков Д.А., к.т.н, доцент

Федяев А.А., д.т.н, профессор

Игнатъев И.В., к.т.н, профессор

Горохов Д.Б. д.т.н, доцент

Иванов В.А., д.т.н, профессор

Фалунина Е.В. д. психол.н, профессор

Видищева Е.А., к.т.н, доцент

Глебушкина Л.В., к.т.н, доцент, ответственный секретарь

Бекшаева А.Д., технический секретарь

Научно-техническая конференция зарегистрирована в Министерстве науки и высшего образования РФ

© ФГБОУ ВО «БрГУ», 2019

© Факультет магистерской подготовки, 2019

## **Строительство и архитектура**

УДК 693.5

### **Физико-химические методы определения характеристик гидротехнических бетонов**

И.С. Семенова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** физико-химические методы, плотность, пористость, водопоглощение, содержание  $\text{CaO}_{\text{своб}}$

*Ангарские плотины, как уникальные сооружения, требуют системного наблюдения для безаварийной эксплуатации. Технический контроль за состоянием плотин возложен на группу наблюдений, организационно входящую в состав участка эксплуатации зданий и сооружений. В процессе наблюдения и периодических обследований используют физико-химические, петрографические, неразрушающие и другие методы оценки свойств материалов. В статье рассматриваются физико-химические методы определения характеристик гидротехнических бетонов и их результаты на примере плотины Братской ГЭС. Физико-химические методы включают в себя определение таких характеристик бетона, как плотность, пористость, водопоглощение, степень гидратации цемента, содержания свободной  $\text{CaO}$ , количество химически связанной воды и др. Физико-химические методы позволяют наиболее точно определить свойства бетона, обеспечивающие его длительную эксплуатацию в экстремальных условиях.*

Ангарские плотины уникальные и ответственные сооружения, контроль над которыми организован на постоянной основе. Технический контроль за состоянием Братской ГЭС в настоящее время возложен на группу наблюдений, организационно входящую в состав участка эксплуатации зданий и сооружений. В процессе наблюдения и периодических обследований используют физико-химические, петрографические, неразрушающие и другие методы оценки свойств материалов.

В данной статье описываются методики проведения некоторых физико-химических испытаний и их результаты на примере Братской ГЭС.

Плотность в значительной степени характеризует несущую способность материалов и способность выдерживать расчётные нагрузки. Плотность бетонных образцов определялась в соответствии с ГОСТ 12730.0-78 [1;2], что предполагает предварительное высушивание образцов в сушильном шкафу до постоянной массы при температуре  $105-110^{\circ}\text{C}$  и взвешивание на гидростатических весах с погрешностью не более 0,1 г. Поскольку гидротехнические бетоны работают преимущественно в водонасыщенном состоянии, определение плотности производилось на образцах с максимальным водопоглощением.

Для определения максимального водопоглощения образцы помещают в емкость, наполненную водой с таким расчетом, чтобы уровень воды в емкости был выше верхнего уровня уложенных образцов примерно на 50 мм. Температура воды в емкости должна быть  $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$ . Образцы взвешивают через каждые 24 ч водопоглощения на обычных или гидростатических весах с погрешностью не более 0,1%. Испытание проводят до тех пор, пока результаты двух последовательных взвешиваний будут отличаться не более чем на 0,1%.

Для образцов правильной геометрической формы объем вычисляют по их геометрическим размерам. Размеры образцов правильной формы определяют линейкой или штангенциркулем с погрешностью не более 1 мм по методике ГОСТ 10180-2012.

Для образцов неправильной формы объём определялся методом гидростатического взвешивания [3]. Согласно закону Архимеда, объём образца равен массе вытесненной воды, что определялось путём взвешивания образцов на воздухе и в воде.

Результаты испытаний бетонных образцов на плотность, выбуренных из разных зон плотины Братской ГЭС представлены в таблице 1.

Таблица 1

Сравнительные средние величины плотности бетона различных зон БрГЭС

Показатель	Зона плотины					
	Напорный столб	Внутренняя зона плотины	Наклонная грань бетонной плотины	Зона смотровой галереи на отм.388	Зона ж/д консоли на отм. 403	Основание (подошва) плотины
Средняя плотность бетона	2,480	2,470	2,385	2,420	2,400	2,480

По результатам испытаний средняя плотность бетона в различных зонах Братской плотины изменяется незначительно. Отклонение от среднего результата, по исследуемым зонам плотины, составляет 2,2%, что свидетельствует о достаточной однородности бетонов и стабильности технологии бетонных работ.

Долговечность, в частности морозостойкость, цементного бетона во многом зависит от его поровой структуры. Поры в бетоне образуются за счёт воды, не вступившей в гидратацию с цементом и введенной для получения удобоукладываемой бетонной смеси. А. Е. Шейкин [4] поры в бетоне по происхождению предложил подразделять на капиллярные, гелевые, контракционные и седиментационные. Капиллярные поры формируются за счёт испарения свободной несвязанной воды, имеют размеры 0,1 – 10 мкм и проницаемы для агрессивных факторов внешней среды. Гелевые поры с размерами менее 0,1 мкм практически непроницаемы для внешней среды и образуются за счёт испарения адсорбционной, т.е. физически связанной воды. Контракционные поры появляются из-за контракции или сжатия системы «цемент - вода» при твердении цементного камня, и практически непроницаемы для внешней среды. Седиментационные поры с размерами 50-100 мкм – результат наружного и внутреннего водоотделения, способствуют повышению проницаемости бетонов. Таким образом, изучение поровой структуры пор бетона позволяет прогнозировать его эксплуатационную надёжность и долговечность.

Существует большое количество методов для определения параметров пористости строительных материалов. Характеристики поровой структуры цементного камня в данных исследованиях определяли путем гидростатического, дискретного взвешивания предварительно высушенных образцов в процессе их водопоглощения по методике ГОСТ 12730.3. Испытание сводится к определению водопоглощения в установленные моменты времени ( $\tau = 0; 0,25; 1; 24$ ч). Образец, предварительно высушенный при  $t = 105...110^{\circ}\text{C}$  до постоянной массы, взвешивают. Следующее взвешивание образца производится через 0,25ч после его погружения в воду ( $m_{0,25}$ ). Через 1 ч после погружения образца в воду следует второе взвешивание ( $m_1$ ). Четвертое взвешивание производится через 24 ч после погружения образца в воду: на воздухе –  $m_{24}$  и в воде –  $m_{в24}$  [1]. Испытание продолжается до максимального водопоглощения.

Для вычисления параметров, характеризующих строение порового пространства цементного камня, по кривой его водонасыщения исходят из предположения, что процесс водонасыщения описывается экспоненциальной зависимостью по М.И. Бруссеру [2;3]:

$$W_t = W_{\text{макс}} \left[ 1 - e^{-\left(\lambda_2 t\right)^\alpha} \right], \quad (1)$$

где  $W_t$  – водонасыщение образца за время  $t$ ;

$W_{\text{макс}}$  – максимальное водонасыщение;

$\lambda_2$  - показатель степени экспоненты, равный пределу отношения ускорения и скорости процесса насыщения, значением которого оценивается средний радиус капилляров;

$\alpha$  – коэффициент, характеризующий степень однородности капилляров по их радиусам ( $0 < \alpha \leq 1$ ). При  $\alpha = 1$  все капилляры имеют постоянные размеры.

По результатам испытаний на водопоглощение рассчитывают следующие характеристики: водопоглощение по массе через 24 часа ( $W_B$ ), максимальное водопоглощение по массе ( $W_{\text{макс}}$ ) и максимальное водопоглощение по объему ( $W_0$ ).

Кажущаяся (открытая) пористость оценивалась значением максимального объемного водопоглощения  $W_0$ .

Показатели среднего размера пор и однородности пор по размерам  $\alpha$  рассчитывают с помощью номограмм, для чего сначала вычисляют вспомогательные величины:

$$W'_1 = \frac{W_1}{W_B} = \frac{m_1 - m_0}{m_{24} - m_0}, \quad (2)$$

где  $m_1$  – масса образца через 1 час водопоглощения, г;

$$W'_{0,25} = \frac{W_{0,25}}{W_B} = \frac{m_{0,25} - m_0}{m_{24} - m_0}, \quad (3)$$

где  $m_{0,25}$  – масса образца через 0,25 часа водопоглощения, г.

Результаты испытаний бетонных образцов на пористость, выбуренных из разных зон плотины Братской ГЭС представлены в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительные средние показатели пористости бетона различных зон БрГЭС

Показатель	Зона плотины									
	Зона напорного столба	Внутренняя зона	Наклонная грань				Зона смотровой галереи на отм.388	Зона ж/д консоли на отм.403	Основание плотин	К-т вариации, %
			2005г.		2006г.					
			Повехн.	Мас сив	Повехн.	Мас сив				
Максимальное водопоглощение по массе $W_{\text{макс.}}$ , %	4,32	4,77	5,83	5,34	5,39	5,25	5,17	5,92	5,59	9,5
Максимальное водопоглощение по объему $W_0$ , %	10,03	11,26	13,00	12,13	11,82	11,96	11,93	13,39	13,04	8,5
$\alpha$	0,47	0,41	0,30	0,39	0,45	0,47	0,47	0,49	0,46	13,7
$\lambda_2$	0,43	0,32	2,55	0,24	0,56	0,44	0,43	0,55	0,48	25,1

Использованная методика определения структурной пористости цементного камня позволила достаточно информативно оценить современное состояние бетона в различных зонах плотин. В целом, результаты достаточно однородны (коэффициент вариации изменяется в пределах 8,5 – 25,1 %), что подтверждает эксплуатационную надёжность бетонов в различных зонах плотины. Средний радиус капилляров для поверхностного слоя

бетона наружной грани плотины ( $\lambda_2=2,55$ ) был исключен из расчётов, поскольку носит локальный характер и не влияет на общую оценку состояния бетона плотины.

Определение химического состава бетона позволяет оценить степень сохранности структурообразующих компонентов цементного камня и прогнозировать долговечность бетона. Для определения химического состава бетона различных зон плотины использовались химические методы с подготовкой проб по следующей методике [5].

Бетонные керны раздробили и просеяли через сито 2,5 мм. Затем, пробу, прошедшую через сито 2,5 мм, измельчили в ступке и просеяли через сито 0,08 мм. В дальнейшем просеянная проба рассматривалась как размолотый цементный камень.

Для всех проб были выполнены по два параллельных измерения истинной плотности, содержания свободной СаО, степени гидратации и потерь при прокаливании.

Истинную плотность цемента определяют по ГОСТ 310.2-76 «Цементы. Методы определения тонкости помола».

Для определения истинной плотности проводят два параллельных измерения, а из полученных результатов вычисляют среднее арифметическое. Расхождение между определениями не должно превышать 0,02 г / см<sup>3</sup>.

Для определения содержания свободной СаО использовали наиболее распространенный глицератный метод. Использовали смесь безводного глицерина со спиртом. Окись кальция при взаимодействии с глицерином образует глицерат кальция. В сухую коническую колбу емкостью 150 мл вносили около 1 г свежемельченного цемента и прибавляли 30 мл спиртоглицеринового растворителя. К колбе присоединяли пришлифованный обратный холодильник, содержимое колбы встряхивали и кипятили в течение 10 мин на сетке над электрической плитой. Скорость появления розового окрашивания раствора зависит от количества содержащейся свободной СаО. При появлении розового окрашивания кипящую жидкость через каждые 10 мин кипячения титровали раствором бензойной кислоты до исчезновения розового окрашивания.

Нагревание и титрование повторяли до тех пор, пока не прекратилось появление розового окрашивания после 15-20 мин кипячения.

Содержание СаО<sub>своб</sub> подсчитывали по формуле:

$$\text{СаО}_{\text{своб}} = \frac{V T_{\text{СаО}} \cdot 100}{G} \cdot \% , \quad (4)$$

где V – количество раствора бензойной кислоты, использованное на титрование, мл;  
T<sub>СаО</sub> – количество СаО, соответствующее 1 мл 0,1 н. раствора бензойной кислоты, г;  
G – сухая навеска, г.

Количество окиси кальция, соответствующее 1 мл 0,1 н. спиртового раствора бензойной кислоты равно отношению навески окиси кальция в граммах к объему 0,1 н. раствора бензойной кислоты, использованный на титрование в миллилитрах.

Для определения потерь при прокаливании навеску пробы массой 1 г, высушенную при температуре 105 - 115°С, помещают в предварительно прокаленный и взвешенный платиновый или фарфоровый тигель и нагревают в муфельной печи, где выдерживают 30 мин при температуре 950-1000 °С, затем охлаждают в эксикаторе и взвешивают. Прокаливание повторяют при той же температуре до получения постоянной массы.

При определении потери массы при прокаливании навеску анализируемой пробы выдерживают в муфельной печи при температуре 950-1000 °С в течение 1-2 мин и прокаливание повторяют до получения минимального значения массы.

В материалах, содержащих органические соединения, а также кристаллизационную воду, определение потери массы при прокаливании начинают при температуре 400-500°С, прокаливая пробу до постоянной массы.

Потеря массы при прокаливании  $X_{\text{min}}$  рассчитывается как отношение разности массы навески с тиглем до и после прокаливании к первоначальной массе навески в процентах [5].

Результаты химических испытаний представлены в таблице 3 в сравнении с результатами испытаний бетонных образцов, выбуренных из разных зон плотины Братской ГЭС [1].

Таблица 3

Результаты химических испытаний цементного камня из бетона различных зон БрГЭС

Зоны плотин		Содержание $\text{CaO}_{\text{св}}$ , %	Количество химически связанной воды, % от массы цементной составляющей	Степень гидратации, % от массы цементной составляющей	Истинная плотность, $\text{кг/м}^3$	
Напорный столб		2,581	11,61	98,60	2670	
Внутренняя зона		2,415	10,96	98,89	2362	
Наклонная грань	2005г.	Основной массив	2,004	7,76	99,36	2525
		Поверхност. зона	2,002	12,75	99,66	2650
	2006г.	Основной массив	6,9	12	100	2191
		Поверхност. зона	2 ÷ 2,5	12,75	99,66	2120
Железнодорожная консоль		8,52	15,92	-	2203,3	
Основание плотины		1,79	14,20	-	2170,8	

Наличие  $\text{CaO}_{\text{св}}$  в цементном камне обеспечивает сохранность основных структурообразующих минералов, поэтому полученные результаты свидетельствуют об удовлетворительном состоянии бетона. Бетон железнодорожной консоли по сравнению с другими зонами плотины содержит большее количество  $\text{CaO}_{\text{своб}}$  и химически связанной воды, что объясняется более высоким расходом цемента для данной части плотины.

Количество химически связанной воды является решающим фактором в регулировании пористости бетона, а чем выше степень гидратации цемента, тем меньше пористость цементного камня, что обеспечивает повышение его прочности. Полученная высокая степень гидратации обусловлена влажными условиями эксплуатации бетона в плотине.

Сравнительные испытания гидротехнических бетонов с использованием разнообразных физико-химических методов позволили получить наиболее достоверную оценку состояния бетона изучаемых зон плотины и выявить последствия длительной эксплуатации.

### Литература

1. Оценка состояния бетона плотины Братской ГЭС по результатам испытания образцов - ядер и анализа коррозии бетона по трещинам в напорном фронте: отчет о НИР/ ВНИИЦ; М.А. Садович, Т.Ф. Шляхтина, А.Д. Синегибская, Д.В. Ульянов, Н.В. Коплик, И.И. Калашникова. - Братск.: БрГУ., 2006. - 103 с. - № г.р. 01200706520, № 02 2007 04068

2. ГОСТ 12730.0-78. Бетоны. Общие требования к методам определения плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости. - М.: Стандартинформ. 2007. - 3 с.

3. Оценка состояния бетонной (русловой) плотины Братской ГЭС (контакт скала-бетон и железнодорожная консоль): отчет о НИР/ ВНИИЦ; М.А. Садович, А.М. Курицына, Н.В. Коплик, Н.Н. Карнаухова. - Братск.: БрГУ., 2011. - 76с. - № ГР 01200706520, № 02.2011.53972.

4. Структура, прочность и трещиностойкость цементного камня. А. Е. Шейкин., М.: Стройиздат, 1974. - 191 с.

5. ГОСТ 5382-9. Цементы и материалы цементного производства. Методы химического анализа. – М.: ИПК Издательство стандартов. 2002.- 57с.

УДК 624.074.12

## **Особенности расчета железобетонных купольных конструкций с учетом влияния краевого эффекта**

Г.В. Коваленко, А.Ю. Бакулин

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** купол, меридиональные и кольцевые усилия, краевой эффект, безмоментное состояние

*В данной статье отражены основные положения расчета по безмоментной теории, которая является приближенной. При этом определяются меридиональные и кольцевые усилия в любой точке купола. В приопорной зоне появляются изгибающие моменты (краевой эффект), величина которых зависит от условий сопряжения оболочки купола с опорным кольцом и коэффициента затухания. Путем предварительного обжатия кольца можно уменьшить влияние краевого эффекта при одновременном удовлетворении условию прочности. Производится расчет напрягаемой арматуры с учетом воздействий от краевого эффекта.*

Купольные конструкции являются одной из наивыгоднейших конструктивных форм, в которой материал работает главным образом на сжатие (или на растяжение в опорном кольце), а область влияния изгибающих моментов невелика и зависит в основном от условий сопряжения оболочки купола с опорным кольцом (краевой эффект). Расчет купола, как тонкостенной пространственной конструкции представляет собой достаточно сложную и трудоемкую задачу.

Приближенный метод расчета куполов основан на применении безмоментной теории, согласно которой оболочка работает как тонкая мембрана и находится под воздействием только нормальных сил. Отсюда задача статического расчета куполов сводится к нахождению меридиональных, кольцевых усилий с учетом краевого эффекта в приопорной зоне. [1,2]

Условие безмоментной работы купола создается, когда опорное кольцо имеет возможность свободно перемещаться в радиальных и угловых направлениях при напряжениях от температурных воздействий, колебаниях величины нагрузки и др. Усилия, направленные по касательной к меридиану (меридиональные) определяются по формуле:

$$N_1 = \frac{F_\varphi}{2\pi r_2 \sin^2 \varphi} \quad (1)$$

Усилия в кольце определяется по формуле:

$$N_2 = r_2(F_n - N_1/r_1), \quad (2)$$

где  $F_\varphi$  – вертикальная равнодействующая внешней нагрузки, действующая на часть оболочки, расположенную выше рассматриваемого горизонтального сечения с углом раствора  $2\varphi$  (рис. 1);

$F_n$  – нормальная составляющая к поверхности купола внешней нагрузки на единицу площади поверхности;  
 $\varphi$  – текущая угловая координата, которая отсчитывается от оси вращения;  
 $r_1, r_2$  – радиусы кривизны меридиана купола. Для сферического купола  $r_1=r_2=r_c$ .

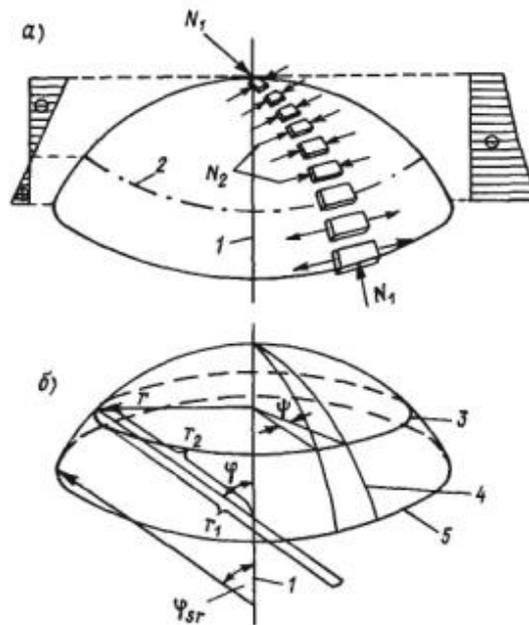


Рис. 1. Анализ напряженного состояния купола:

а – направление усилий  $N_1$  и  $N_2$  (слева – эпюра усилий  $N_2$ , справа – эпюра усилий  $N_1$ );  
 б – геометрия купола; 1 – ось вращения; 2 – шов перехода; 3 – текущая параллель;  
 4 – текущий меридиан; 5 – краевая параллель

Меридиональные усилия  $N_1$ , независимо от угла  $\varphi$ , всегда сжимающие. Кольцевая продольная сила  $N_2$  из сжимающей в районе полюса переходит через нулевое значение и становится растягивающей.  $N_2 = 0$  при  $\varphi_0 = 45^\circ$ , следовательно, полностью сжатый купол может быть только при  $2\varphi_0 < 90^\circ$ . Угол  $\varphi_0$  соответствует углу  $\varphi$  на уровне опорного кольца купола.

При проектировании купольных покрытий, работающих в условиях безмоментного напряженного состояния, воздействие его на опорный контур характеризуется наличием вертикальной и горизонтальной составляющих силы  $N_1$ . Горизонтальная усилия, называется распором, воспринимается полностью опорным кольцом, жестко связанным с оболочкой. В пологом куполе опорное кольцо обычно попадает выше шва перехода, где кольцевые усилия в сечении оболочки, непосредственно примыкающем к кольцу, сжимающие, а само опорное кольцо растянуто. При таких условиях в сопряжении появляются меридиональные изгибающие моменты, быстро затухающие с удалением от опорного кольца вдоль меридиана (краевой эффект).

Купола, у которых нет шва перехода, не могут работать как безмоментные. Избежать влияния краевого эффекта в этом случае можно, если создать в опорном кольце предварительное обжатие напрягаемой арматурой. Можно выбрать такую величину обжатия, при которой обеспечивается равенство кольцевых усилий опорного кольца и кольцевого волокна оболочки купола. Краевой эффект можно устранить для одной определенной нагрузки, например, для полной или только для постоянной. При изменении воздействия нагружений краевой эффект проявляется, но в незначительных размерах [1].

Распор купола рассчитывается по формуле:

$$H_{sr} = \frac{F\varphi_{sr}}{2\pi r_2 \sin \varphi_{sr} \operatorname{tg} \varphi_{sr}}, \quad (3)$$

где  $F\varphi_{sr}$  – полная вертикальная нагрузка на купол;

$\varphi_{sr}$  – половина центрального угла дуги оболочки купола в меридиональном направлении.

Продольное растягивающее усилие  $N_{sr}$  в поперечном сечении нижнего опорного кольца возникает от распора купола  $H_{sr}$  и рассчитывается по формуле:

$$N_{sr} = H_{sr} r_2 \sin \varphi_{sr} = F_{\varphi_{sr}} / (2\pi \operatorname{tg} \varphi_{sr}) \quad (4)$$

Продольные усилия  $N_{jr}$  в фонарном кольце незамкнутого купола (которое при вертикальной нагрузке всегда сжато) определяются по формуле:

$$N_{jr} = -\frac{F_{jr}}{\operatorname{tg} \varphi_{sr}} r_{jr} = -\frac{F_{jr}}{\operatorname{tg} \varphi_{sr}} r_2 \sin \varphi_{jr} = -F_{jr} r_2 \cos \varphi_{jr}, \quad (5)$$

где  $F_{jr}$  – распределенная линейная нагрузка на 1 м фонарного кольца;

$r_{jr}$  – радиус кольца;

$\varphi_{jr}$  – половина центрального угла раствора дуги оболочки в меридиональном направлении на уровне фонарного кольца.

При некоторых видах осесимметричной нагрузки на сферические купола формулы для определения усилий  $N_l$ ,  $N_j$ ,  $N_{sr}$ , и  $F_\varphi$  нормированы и приведены в таблицах (Формулы для определения усилий в сферических куполах) [1]. В таблице приняты следующие обозначения (кроме упомянутых выше):  $t$  – толщина оболочки;  $r$  – радиус параллели ( $r = r_2 \sin \varphi = r_c \sin \varphi$ );  $\varphi$  – переменный угол в меридиональном сечении оболочки, отсчитываемый от оси вращения оболочки;  $F_\varphi$  – вертикальная равнодействующая внешней нагрузки на часть оболочки, расположенную выше рассматриваемого сечения, с углом раствора  $2\varphi$ .

Величина усилия краевого эффекта зависит от сечения и жесткостных характеристик опорного кольца, характера сопряжения оболочки с кольцом и коэффициентом затухания  $k$ , характеризующего ширину кольца оболочки, на которую распространяется влияние краевого эффекта. Коэффициент  $k$  для гладкой сферической оболочки можно вычислить по формуле [3]:

$$k = \sqrt{r_2/t} \sqrt[4]{3(1-\nu^2)} \quad (6)$$

В зоне действия краевого эффекта усилия от него должны суммироваться с усилиями, полученными из расчета безмоментного напряженного состояния. Формулы для определения усилий краевого эффекта на границе заделки сферического купола в опорном кольце при разных опорных условиях приведены в (таб. 1) [1].

Таблица 1

Усилия краевого эффекта на границе заделки при разных опорных условиях

При заземляющей опоре (жесткая заделка оболочки в кольце) в месте заделки усилия достигают максимальных значений.	При шарнирном опирании оболочки на жесткое неподвижное опорное кольцо.
$N_1 = -N'_{sr} \frac{\operatorname{ctg} \varphi_{sr}}{k};$ $N_2 = -N'_{sr};$ $M_{1,\min} = -N'_{sr} \frac{r_c}{2k^2};$ $M_2 = \nu M_1;$ $Q = \frac{N'_{sr}}{k}.$	$N_1 = -N'_{sr} \frac{\operatorname{ctg} \varphi_{sr}}{2k};$ $M_1 = 0; \quad N_2 = -N'_{sr};$ $M_2 = \frac{Et^3 \operatorname{ctg} \varphi_{sr}}{12(1-\nu^2)r_2} \theta;$ $Q = \frac{N'_{sr}}{2k}.$ $\theta = \frac{N'_{sr} k}{Et}.$

Следует отметить, что путем предварительного обжатия кольца можно уменьшить влияние краевого эффекта при одновременном удовлетворении условию прочности [1]. Чтобы уменьшить воздействие краевого эффекта, силу обжатия (площадь напрягаемой

арматуры) опорного кольца следует назначать такой величины, чтобы она, с учетом потерь, уравнивала растягивающее усилие в опорном кольце от полной вертикальной нагрузки и в примыкающем волокне оболочки.

Предварительное сечение напрягаемой арматуры подбирается из расчета центрально-растянутого сечения опорного кольца на прочность по формуле:

$$A_{sp} \geq \frac{N_{sr}}{R_{sp}\gamma_{s3}} \quad (7)$$

Сечение опорного кольца должно быть также проверено на прочность в момент обжатия до передачи на него усилия от внешней нагрузки и собственной массы купола (предполагается, что на время натяжения кольцевой арматуры купол опирается на монтажные леса или другие приспособления):

$$\sigma_{bp} = A_{sp}\sigma_{sp}/A_{sr,red} \leq 0,5B \quad (8)$$

где  $B$  – класс бетона по прочности на сжатие.

По вычисленным меридиональным и кольцевым усилиям в сечениях купола подбирается армирование оболочки.

### Литература

1. Леденев, В. В. / Оболочечные конструкции в строительстве. Теория, проектирование, конструкции, примеры расчета: учебное пособие для проектировщиков, бакалавров, магистров и аспирантов строительных специальностей / В. В. Леденев, А. В. Худяков. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2016. – 272 с

2. Байков, В.Н. Проектирование железобетонных тонкостенных пространственных конструкций: Учебное пособие для вузов / В.Н. Байков, Э.Хампе, Э. Рауэ. – М.: Стройиздат, 1990. – 232с.

3. Виноградов, Г.Г. Расчет строительных пространственных конструкций / Г.Г. Виноградов. – Л.: Стройиздат, Ленингр. отделение, 1990. – 264 с.

УДК 666.3.016

## **Влияние добавки золы-унос на физико-технические свойства керамических изделий на основе микрокремнезема и пыли электрофильтров алюминиевого производства**

И.А. Макарова, Ю.О. Акишина, Е.С. Рябкова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** керамический кирпич, полусухое прессование, математическое моделирование эксперимента, температура обжига.

*Керамические материалы имеют обширные архитектурные возможности. Сдерживающим фактором для массового использования стеновых керамических материалов остается их высокая стоимость за счет использования глинистого сырья. Вовлечение отходов промышленности производства керамических материалов позволит снизить экологическую напряженность и себестоимость готовой продукции. В работе показана применение микрокремнезема, пыли электрофильтров алюминиевого производства и золы-унос производства керамических материалов, представлены химические составы используемых компонентов с помощью математического планирования эксперимента определены рациональный состав и температура обжига при изготовлении керамических изделий на основе пыли газоочистки производства ферросплавов и пыли электрофильтров алюминиевого производства от температуры*

*обжига и количества добавки золы-унос. Установлено, что использование сырьевой шихты из отходов высокой технологической готовности позволяет при пониженной температуре обжига получить керамический материал, эффективный по теплотехническим свойствам и обладающий морозостойкостью, соответствующей требованиям на лицевые изделия.*

Керамический кирпич и камни обладают обширными возможностями для придания архитектурной выразительности зданий и сооружений. К достоинствам таких материалов следует отнести долговечность, огнестойкость и высокий показатель комфортности. Сдерживающим фактором для массового использования стеновых керамических материалов в строительстве является их высокая стоимость за счет использования глинистого сырья. Применение отходов промышленности в производстве керамических материалов позволит улучшить экологическую обстановку и снизить себестоимость готовой продукции [1,2].

В состав сырьевой смеси для изготовления керамических изделий входят микрокремнезем, пыль электрофильтров и зола-унос. Микрокремнезем, или пыль газоочистки производства ферросплавов (ППФ) – многотоннажный отход, образующийся на ОАО «Братский завод ферросплавов» (ОАО «БЗФ»), является потенциальным сырьевым компонентом для изготовления строительных материалов.

Усредненный химический состав ППФ, по данным лаборатории ОАО «БЗФ», приведен в [3].

Согласно паспорту опасного отхода ОАО «РУСАЛ Братский алюминиевый завод» пыль электрофильтров (ПЭФ) алюминиевого производства образуется в результате зачистки электрофильтров газоочистки и имеет третий класс опасности для окружающей природной среды.

Выгрузка данного вида отхода из корпуса электрофильтра осуществляется в спецтранспорт, которым транспортируется на шламохранилище без промежуточного хранения.

Объем образования пыли электрофильтров в условиях ПАО «РУСАЛ Братск» составляет более 10407 тонн ежегодно, в том числе 5357 т. удаляется сухим способом и 5051 т. – мокрым способом. Усредненный химический состав ПЭФ представлен в [3].

Зола-унос (ЗУ) – дисперсный отход от сжиганий бурых углей Ирша-Бородинского месторождения. Химический состав золы-унос, мас. %: SiO<sub>2</sub> – 46,8; CaO – 25,8; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 7,9; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 12,9; MgO – 5,0; Na<sub>2</sub>O – 0,5; K<sub>2</sub>O – 0,5; SO<sub>3</sub> – 0,1; ППП – 0,5. Предварительные исследования, проведенные в Братском Государственном университете, показали, что введение кальцийсодержащего компонента позволяет синтезировать долговечные новообразования, обеспечить формирование благоприятной структуры микропоризованной керамической матрицы и повысить морозостойкость изделий [3].

Важно отметить, что в ЗУ содержится более 5 % оксида железа и более 20% оксида кальция, а пыль электрофильтров производства алюминия характеризуется повышенным содержанием натриевых и фтористых соединений (16,5 и 30,8% соответственно).

Рациональный расход добавки ЗУ и температура обжига при изготовлении керамических изделий на основе ППФ и ПЭФ установлены с помощью математического моделирования эксперимента.

В качестве откликов фиксировались средняя плотность, прочность при сжатии, водопоглощение по массе и объему, огневая усадка, коэффициент размягчения и коэффициент конструктивного качества.

Образцы изготавливались методом полусухого прессования. Влажность шихты, обеспечивающая бездефектное прессование, составила 23%, удельное давление прессования – 20МПа, масса сырца – 40г, диаметр сырца – 40мм, время выдерживания при максимальной температуре – 2 часа. Содержание ПЭФ производства алюминия в составе шихты является постоянным и составляет 15 мас.%.

Исследования проводились в соответствии с математическим планом Бокс-3 с помощью программы «Model». Варьировались два фактора на трех уровнях: нижнем (код  $X_{i \text{ код}} = -1$ ); среднем ( $X_{i \text{ код}} = 0$ ); верхнем ( $X_{i \text{ код}} = +1$ ).

В качестве первой переменной принято содержание добавки ЗУ (мас.%) в диапазоне  $3 < X_1 < 9$ . В качестве второй переменной – температура обжига ( $^{\circ}\text{C}$ ) в диапазоне  $700 < X_2 < 800$ . Уровни и факторы варьирования представлены в таблице 1, план эксперимента в кодированных и натуральных значениях – в таблице 2.

Таблица 1

Уровни и факторы варьирования

Уровень варьирования	Кодированное значение	Расход золы-унос, мас. %; $X_1$	Температура обжига, $^{\circ}\text{C}$ ; $X_2$
Нижний ( $X_{i \text{ min}}$ )	-1	3	700
Средний ( $X_{i 0}$ )	0	6	750
Верхний ( $X_{i \text{ max}}$ )	+1	9	800
Интервал варьирования	-	3	50

Таблица 2

План эксперимента в кодированном и натуральном выражении

№ опыта	Кодированные значения		Натуральные значения	
	$x_1$	$x_2$	$X_1$ , масс. %	$X_2$ , $^{\circ}\text{C}$
1	+1	+1	9	800
2	-1	+1	3	800
3	+1	-1	9	700
4	-1	-1	3	700
5	0	+1	6	800
6	0	-1	6	700
7	0	0	6	750
8	-1	0	3	750
9	+1	0	9	750

В результате обработке экспериментальных данных получены следующие адекватные уравнения регрессии свойств керамического материала на основе ПГПФ и ПЭФ для кодированных значений переменных:

1) средняя плотность ( $p_m$ ):

$$Y_1 = 1,1962 + 0,003X_1 + 0,0093X_2 + 0,0007X_1^2 - 0,0413X_2^2 + 0,0385X_1X_2;$$

2) прочность при сжатии  $R_{сж}$ :

$$R_{сж} = 29,1322 + 1,9533X_1 - 6,8967X_2 - 2,6933X_1^2 - 7,2633X_2^2 + 4,34X_1X_2;$$

3) огневая усадка:

$$\Delta l = -0,1111 + 0,45X_1 - 0,2067X_2 + 0,7767X_1^2 + 0,2867X_2^2 - 0,185X_1X_2;$$

4) водопоглощение по массе ( $B_m$ ):

$$R_{сж}^{вЛ} = 33,8578 + 5,1217X_1 - 6,4533X_2 + 1,0183X_1^2 - 14,5267X_2^2 - 2,525X_1X_2;$$

5) коэффициент размягчения ( $K_p$ ):

$$K_p = 1,2044 + 0,1117X_1 - 0,005X_2 + 0,1483X_1^2 - 0,2417X_2^2 - 0,305X_1X_2;$$

6) коэффициент конструктивного качества (ККК):

$$KKK = 2,4233 + 0,1633X_1 - 0,6117X_2 - 0,22X_1^2 - 0,545X_2^2 + 0,3125X_1X_2.$$

Усредненные для каждого состава данные об откликах эксперимента представлены в таблице 3.

Таблица 3

Отклики эксперимента

Содержание золы-унос, мас. %	Температура обжига, °С	Средняя плотность $\rho_{\text{пн}}$ , г/см <sup>3</sup>	Прочность при сжатии $R_{\text{сж}}$ , МПа	Коэффициент размягчения, $K_p$	Коэффициент конструктивного качества, ККК, МПа	Огневая усадка $\Delta_{\text{огн}}$ , %	Водопоглощение по объему $W_v$ , %	Водопоглощение по массе $W_m$ , %
3	700	1,183	28,97	0,65	24,5	0,49	44,09	37,27
6	700	1,167	31,63	0,76	27,1	-	42,76	36,64
9	700	1,088	20,31	1,79	18,7	2,21	52,23	48,05
3	750	1,163	19,58	1,57	16,8	0,49	42,36	36,42
6	750	1,210	31,17	1,16	25,8	0,24	41,84	34,57
9	750	1,217	31,26	1,18	25,7	0,49	41,84	34,38
3	800	1,153	10,38	1,02	9,0	0,24	36,63	31,77
6	800	1,129	10,07	1,21	8,9	-	37,56	33,27
9	800	1,212	19,08	0,94	15,7	1,22	33,41	27,57

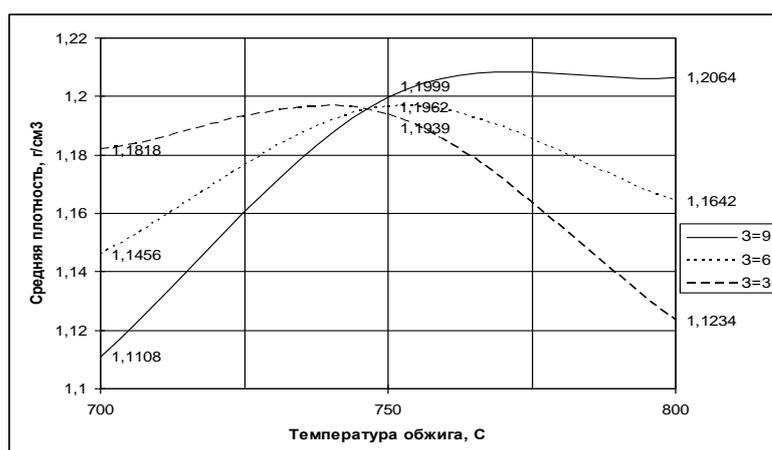


Рис. 1. Зависимость средней плотности обожженного материала от содержания золы-унос и температуры обжига

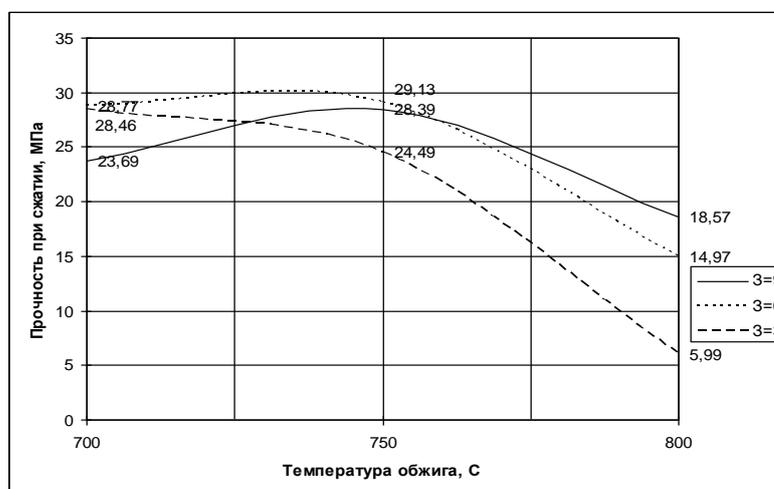


Рис. 2. Зависимость прочности при сжатии обожженного материала от содержания золы-унос и температуры обжига

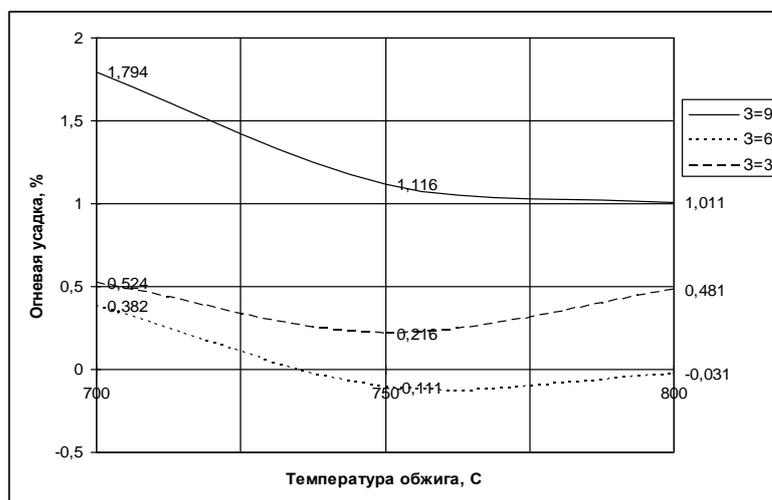


Рис. 3. Зависимость огневого усадки от содержания золы-уноса и температуры обжига

Морозостойкость образцов на основе ПГПФ, ПЭФ и ЗУ определялась методом объемного замораживания. Установлено, что образцы, обожженные при 750...1000 °C, выдержали 50 циклов попеременного замораживания и оттаивания без видимых признаков разрушений на поверхности. Наименьшие потери по прочности имеют образцы, обожженные при 750 и 1000 °C (менее 25%).

Комплексный анализ полученных данных показал, что оптимальными физико-техническими свойствами обладает материал, содержащий 6 % ЗУ, обожженный при температуре 750 °C.

Материал, обожженный при 750 °C, характеризуется следующими физико-техническими свойствами: средняя плотность - 1,21 г/см<sup>3</sup>; прочность при сжатии - 31,17 МПа; коэффициент размягчения - 1,16; коэффициент конструктивного качества - 25,8 МПа; расчетный коэффициент теплопроводности - 0,52 Вт/(м×°C); водопоглощение - 34,6 мас. %; марка по морозостойкости - F50.

### Литература

1. Макарова И.А. Современное состояние и перспективы развития предприятий по производству стеновой керамики в Иркутской области / И.А. Макарова, Н.А. Лохова, А.Л. Макарова. // Системы. Методы. Технологии. 2013. №1(17). С.76-81.
2. Макарова И.А. Формирование свойств глинокремнеземистого материала с органоминеральной добавкой. / И.А. Макарова, С.В. Либеровская. // Системы. Методы. Технологии. 2016. №4 (32). С.161-168.
3. Лохова Н.А. Обжиговые материалы на основе микрокремнезема: моногр./Н.А. Лохова, И.А. Макарова, С.В. Патраманская. Братск: БрГТУ, 2002. 163 с.

УДК 624.042.7

## Расчет рамы каркаса многоэтажного здания на сейсмическое воздействие

О.В. Куликов, Ю.К. Юсуфов

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** сейсмическое воздействие, землетрясение, сейсмичность строительной площадки, шкала MSK – 64, сейсмическая нагрузка.

*В статье проводится расчет на сейсмическое воздействие при строительстве сейсмических районах, основанных на СП 14.13330.2018. Для расчета на сейсмическое*

*воздействие, взято девятиэтажное здания в виде трехпролетной рамы. Сейсмичность строительной площадки в зависимости от сейсмичности района строительства и категории грунта установлена по шкале MSK – 64. Все необходимые коэффициенты для расчета на сейсмические нагрузки определены в соответствии с СП 31 – 114 – 2004. В статье приведены расчеты для трех форм колебаний систем, показаны графики собственных колебаний и графики сейсмических сил.*

Как известно сейсмическое воздействие – это колебательное движение грунта, вызванное природными или техногенными факторами (землетрясения, взрывы, движение транспорта, работа промышленного оборудования), обуславливающее движение, деформации, а иногда и разрушение сооружений. Основными природными причинами сейсмических воздействий являются слабые и сильные землетрясения вследствие разгрузки механических напряжений блоков земной коры, приливно-отливная деятельность, океанов и морей и т.д.

Таким образом, не следует размещать сооружения на участках с возможным проявлением осей, обвалов, оползней, карста, в зонах возможного прохождения селевых потоков, сложенных водоносными грунтами (способными к виброразжижению при землетрясениях), в зоне провалов и деформаций от горных выработок [1].

Для расчета выбрано:

Общественное здание (размером в плане 18x24 м), ширина пролета – 6 м; шаг рам – 6 м; высота этажа – 3,3 м, расположенное в г. Иркутске.

Каркас железобетонный, колонны прямоугольного сечения 40x40 см из бетона класса В30; ригели таврового сечения, высотой 40 см, шириной 20 см, полки шириной 40 см и высотой 18 см, из бетона класса В30.

Нагрузка от собственного веса перекрытий и покрытий – 2,5 кН/м<sup>2</sup>; полезная нагрузка на перекрытие – 2,0 кН/м<sup>2</sup>.

Район строительства снеговой – II; ветровой – III.

Район сейсмичности – 9 баллов; грунт – III категории сейсмичности.

Определим масса, сосредоточенные в уровнях перекрытий:

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 = Q_4 = Q_5 = Q_6 = Q_7 = Q_8 = 1944 \text{ кН} \quad (1)$$

Масса на уровне покрытия:

$$Q_9 = 1585 \text{ кН} \quad (2)$$

Сейсмичность строительной площадки определяется в зависимости от сейсмичности района строительства и категории грунта по сейсмическим свойствам. Сейсмичность строительной площадки с указанием сейсмической интенсивности в баллах шкалы MSK-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности - А (10%), В (5%), С (1%) [2] приведено в таблице 1, составленной на основе СП [2].

Таблица 1

Сейсмичность строительной площадки и категории грунта

Категория грунта по сейсмическим свойствам	Сейсмичность площадки строительства при сейсмичности района, баллы		
	А (10%)	В (5%)	С (1%)
I	6	7	8
II	7	8	9
III	8	<b>9</b>	>9

При сейсмической опасности района строительства В (5%) и III категории грунта по сейсмическим свойствам сейсмичность площадки строительства составляет 9 баллов.

Для регулярных зданий, у которых жесткость и масса незначительно изменяются по высоте, при определении сейсмических сил допускается учитывать колебания только

первого тона, поскольку сейсмические силы, отвечающие высшим тонам колебаний, между узлами направлены в противоположные стороны. Колебания высших тонов весьма существенны для зданий с жесткостью и массой, значительно изменяющимися по высоте.

При сейсмических силах расчетная схема здания представляется в виде консольного стержня с грузами (массами), сосредоточенными на уровне перекрытий и покрытия [2].

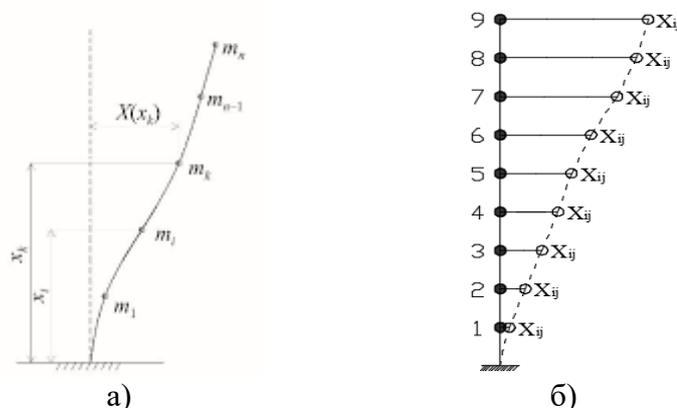


Рис. 1. Схема деформации сооружения при горизонтальных колебаниях: а) консольной модели из СП 14.13330.2018; б) принятая консольной модели в расчете

При определении сейсмических сил, действующих на много массовую систему, необходимо учитывать не менее 3-х форм ее собственных колебаний, если период первого тона колебаний  $T_1 > 0.4$  с. Если  $T_1 < 0.4$  с, то достаточно учесть 1-ую форму колебаний [2].

Расчетная сейсмическая нагрузка, приложенная к точке  $k$  и соответствующая  $i$  – му тону собственных колебаний здания, определяется формулой:

$$S_{ik} = k_1 \cdot Q_k \cdot A \cdot \beta_i \cdot k_\psi \cdot \eta_{ik}, \quad (3)$$

где  $k_1$  – коэффициент, которым учитывают допускаемое повреждение здания при обеспечении безопасности людей и сохранности оборудования;

$Q_k$  – сосредоточенный в точке  $k$  груз, кН;

$A$  – коэффициент сейсмичности;

$\beta_i$  – коэффициент динамичности;

$k_\psi$  – коэффициент гибкости;

$\eta_{ik}$  – коэффициент формы колебаний.

Здесь  $k_1$  принимается равным 0,35, для зданий с железобетонным каркасом без вертикальных диафрагм и связей (в поперечном направлении здания они отсутствуют), в которых допускаются остаточные деформации и повреждения, затрудняющие нормальную эксплуатацию, но обеспечивается безопасность людей и оборудования [2].

Коэффициент сейсмичности, при сейсмичности площадки строительства 9 баллов принимается равным 0,4 [2].

Коэффициент динамичности принимается в зависимости от расчетного периода собственных колебаний  $T$  здания. Во всех случаях значения  $\beta_i$  должны приниматься не менее 0,8 [1,3].

Вычисление коэффициентов динамичности  $\beta_i$  для каждой учитываемой формы собственных колебаний для удобства производим в таблице 2. При этом учитываем, что в основании площадки строительства залегают грунты III категории. Коэффициент динамичности показывает, во сколько раз амплитуда вынужденных колебаний больше максимального статического отклонения, вызванного максимальным значением возмущающей силы.

Таблица 2

Вычисление коэффициента динамичности

№ формы колебаний	Периоды собственных колебаний	Коэффициент динамичности $\beta_i$
1	$T_1 = 5,73 > 0,8 \text{ с}$	$\beta_1 = 2,5(0,8/T_1)^{0,5} = 2,5(0,8/5,73)^{0,5} = 0,93 > 0,8 \text{ с}$
2	$T_2 = 1,91 > 0,8 \text{ с}$	$\beta_2 = 2,5(0,8/T_1)^{0,5} = 2,5(0,8/1,91)^{0,5} = 1,62 > 0,8 \text{ с}$
3	$T_3 = 1,15 > 0,8 \text{ с}$	$\beta_3 = 2,5(0,8/T_1)^{0,5} = 2,5(0,8/1,15)^{0,5} = 2,09 > 0,8 \text{ с}$

Поскольку здание в поперечном направлении не имеет никаких диафрагм и связей, то коэффициент  $k_\psi$  принимается равным 1,3.

Коэффициент формы колебаний зависит от формы деформации сооружения (системы) при его свободных колебаниях по  $i$ -й форме, а также от уровня рассматриваемой точки  $k$  [4] и определяется по формуле :

$$\eta_{ik} = X_{ik} \frac{\sum_{j=1}^n Q_j X_{ij}}{\sum_{j=1}^n Q_j X_{ij}^2} \quad (4)$$

где  $X_{ik}$  и  $X_{ij}$  – смещение точек системы при собственных колебаниях по  $i$ -му тону а рассматриваемой точке  $k$  и во всех точках  $j$ ;  
 $Q_j$  - ярусных нагрузок.

Смещение точек системы при собственных колебаниях по  $i$ -му тону а рассматриваемой точке  $k$  и во всех точках  $j$  расположения ярусных нагрузок  $Q_j$  могут быть определены по формуле:

$$X_{ij} = \sin((2i - 1)\pi\xi_j/2), \quad (5)$$

где  $\xi_j$  – безразмерная координата точки  $j$  определяется формулой:

$$\xi_j = \frac{y_j}{H_0}, \quad (2)$$

где  $y_j$  – положение точки  $j$  по вертикали относительно заделки.

Вычисление численных значений  $X_{ik}$  и  $X_{ij}$  для трех форм (тонов) собственных колебаний системы, а также соответствующие графики колебаний показаны в таблице 3.

На основании таблицы 3 подсчитаны коэффициенты форм колебаний  $\eta_{ik}$  для трех тонов. Вычисление численных значений коэффициентов  $\eta_{ik}$  сведено в таблицу 4.

Вычисление сейсмических сил  $S_{ik}$  на основании формулы (3) сведено в таблицу 5.

Таблица 3

Вычисление относительных смещений точек системы

№	$y_j, \text{ м}$	$\xi_j = \frac{y_j}{H_0}$	Амплитуды собственных колебаний для трех форм		
			первая $X_{1j}$	вторая $X_{2j}$	третья $X_{3j}$
9	29,7	1,00	1.000	-1.000	1.000
8	26,4	0,88	0.982	-0.843	0.585
7	23,1	0,77	0.935	-0.466	-0.236
6	19,8	0,66	0.860	0.033	-0.892
5	16,5	0,55	0.760	0.524	-0.923
4	13,2	0,44	0.637	0.877	-0.307
3	9,9	0,33	0.495	1.000	0.524
2	6,6	0,22	0.339	0.860	0.988
1	3,3	0,11	0.172	0.495	0.760

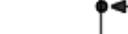
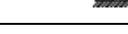
Таблица 4

Вычисление коэффициентов формы колебаний

Этаж $k$	$\eta_{1k}$	$\eta_{2k}$	$\eta_{3k}$
9	1.258	-1.258	0.349
8	1.235	1.060	0.204
7	1.176	0.586	-0.082
6	1.082	-0.042	-0.311
5	0.956	-0.659	-0.322
4	0.801	-1.103	-0.107
3	0.623	-1.258	0.183
2	0.426	-1.082	0.345
1	0.216	-0.623	0.265

Таблица 5

Вычисление сейсмических сил

№	$Q_k$ , кН	1-ая форма $\beta_1 = 0,93$		2-ая форма $\beta_2 = 1,62$		3-ая форма $\beta_3 = 2,09$	
		$S_{1k}$		$S_{2k}$		$S_{3k}$	
9	1585	236.24		-411.52		147.29	
8	1944	284.46		425.29		105.59	
7	1944	270.87		235.11		-42.44	
6	1944	249.22		-16.85		-160.98	
5	1944	220.19		-264.40		-166.67	
4	1944	184.49		-442.54		-55.39	
3	1944	143.49		-504.73		94.72	
2	1944	98.12		-434.12		178.58	
1	1944	49.75		-249.96		137.17	

**Примечание:** при грунтах III категории, если сейсмичность площадки 8 баллов и более, к значению  $S_{ik}$  вводится множитель 0,7 [2].

Расчеты относительных смещений точек системы (табл. 3), коэффициентов формы колебаний (табл. 4), сейсмических сил (табл. 5), а также графики колебаний (табл. 3) и графики сейсмических сил (табл.5) производились с помощью программы Microsoft Excel и AutoCAD.

Расчеты показали, что увеличение угла подхода сейсмической волны к сооружению к горизонтальной плоскости (относительно продольного направления) приводит к увеличению вертикальной компоненты сейсмических ускорений.

Полученные результаты обосновывают необходимость применения этого расчета и несут рекомендательный характер для расчета общественных зданий и сооружений, расположенных в опасных сейсмических зонах, так как сейсмические нагрузки увеличивают, как известно значений внутренних усилий в элементах здания.

### Литература

- СП 31-114-2004 Правила проектирования жилых и общественных зданий для строительства в сейсмических районах. Госстрой России. – М.: ФГУП ЦПП, 2005. - 49 с.
- СП 14.13330.2018 Строительство в сейсмических районах. Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2000. - 44 с., карты ОСР-97
- Нуриева Д.М. Расчет каркасных зданий на сейсмические воздействия. Част 2. – Казань: КазГАСУ, 2010. – 35 с.
- Расчет строительных конструкций на сейсмические воздействия: Методические указания / А.М. Тютюнник, О.В. Куликов, В.А. Люблинский. – Братск: БРИИ, 1997. – 34 с.

УДК 624.012

## **Проблемы и перспективы жилого фонда массовой застройки**

А.Ю. Кривошеин

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** «Хрущевка»; физический и моральный износ; реновация; модернизация; реконструкция; жилой фонд; массовая жилая застройка.

*В данной статье проанализированы различные проблемы советской и современной типовой застройки, затронуты и отмечены возможные пути развития объекта исследования (жилой фонд массовой застройки). Рассмотрены и изучены: история проблемы в том числе и предпосылки к сложившейся ситуации, методики типового проектирования, опыт массового строительства жилых зданий. Изучены: неблагоприятные влияния типовых построек на городскую среду (облик города), старые и новые тенденции в массовом жилищном строительстве, присущие исключительно регионам Содружества Независимых Государств, перечислены основные этапы становления жилищного фонда Российской Федерации, рассмотрены положительные перспективы для «отсталого» жилищного фонда. В исследовательской работе ориентировался на различные литературные источники, в том числе на научные исследовательские статьи влиятельных и многими признанных авторов.*

Современная городская среда аналогична живому организму: она непостоянна и каждый день совершенствуется и растёт. Меняется образ и уровень жизни, качество проживающих в городе людей. Но довольно часто жильё, которое было возведено в прошлые десятилетия, остаются прежними, лишённые своей архитектурной и функциональной актуальности.

Разнообразие жилого фонда складывается по следующим признакам:

- первостепенное предназначение здания;
- его конструкция и архитектурно-планировочные параметры;
- гигиена, комфортность жилищ;
- подбор оборудования и его совершенствование.

Перечисленные признаки изменялись по ходу эволюции функциональных требований и повышение возможностей строительной базы РФ. Период строительства зданий является важным признаком, так как историческая эпоха формирует способы архитектурно-планировочных и конструктивных решений любых сооружений, жилья в частности. Ещё одной из причин разнообразия в архитектуре, может быть заказ потребителя (довольно редко). Конечно, в течение века требования к комфорту менялись. Поэтому сооружения начала XIX в. значительно отличаются от сооружений, построенных во второй половине того же века, а те конечно же - от сооружений периода строительного бума, пик которого попадает на первое десятилетие XX в.

Восстановление после войны требовало внедрения индустриальных методов строительства. В начале 50-х годов. начался переход на пятиэтажную, в основном типовую, застройку (замена деревянным баракам).

Индустриальное домостроение оказалось значительным социальным успехом, несмотря на то, что в типовых домах квартиры стали скромнее. Минимализм жилых помещений власти объясняли необходимостью расселить коммунальные квартиры, а в малогабаритную квартиру уже невозможно вселить две семьи. На практике же комнатное расселение (рис.1) было и в 60-70-х гг. [1].

Высокая скорость строительства, лёгкость и дешевизна стали абсолютными свойствами панельного строительства, тогда ни в каком официальном документе ни упоминались эстетические характеристики и качества жилых строений. Уже к середине 60-

х гг. стало ясно, что застройка стандартными домами приводит к формированию предельно монотонной жилой среды. Предлагавшиеся архитекторами методы использования рельефа местности, разнообразной окраски фасадов, внедрение микрорайонных общественных центров оказались недостаточными для изменения ситуации.



Рис. 1. Расселение жильцов нач. 60-х

К тому же, плотность населения при повсеместной пятиэтажной застройке оказалась невысокой, что повлекло за собой переход на девятиэтажную застройку, затем на двенадцати, шестнадцати более этажную вариацию. Назрел вопрос о необходимости добиваться выразительности самих жилых зданий, их типологического разнообразия и применения смешанной этажности [2].

История развития крупнопанельного домостроения в нашей стране делится на пять этапов:

– Первый этап (1956-1962 гг.) — внедрение системы крупнопанельного домостроения на базе технологии фирмы Samus, основанной на «закрытой» системе типизации крупнопанельного домостроения, где изготавливались изделия только для разработанных проектов без возможности перестройки производства к выпуску новых изделий.

– Второй этап (1963-1971 гг.). Созданы серии жилых домов с улучшенными архитектурно-планировочными решениями. В состав серий включаются и 9-этажные точечные дома. Началась разработка серий типовых проектов для различных климатических зон СССР, учитывающих местные условия строительства.

– Третий этап (1972-1980 гг.) — Характеризуется попытками ликвидировать безликость и однообразие массовой жилой застройки, повысить эксплуатационные качества жилища. Разработан Общесоюзный каталог индустриальных изделий, который создал возможность проведения межсерийной унификации изделий, что обеспечило возможность перехода к «открытой» системе типизации.

– Четвертый этап (1981-1990 гг.). Наряду с блок-квартирным, появились новые методы проектирования — адресный, КОПЭ, Единый каталог, ГСПД и другие — предлагающие пути достижения многообразия архитектурных решений массового жилища. Адресно-проектно-производственная система (АППС) предлагает компоновать здания из укрупненных объемно-планировочных элементов. Гибкая система панельного домостроения (ГСПД) предусматривала изменения параметров строительных элементов в ходе производства без коренной переконструкции. Однако в итоге, эти предложения не смогли найти полной реализации при такой технологии домостроительного производства, предназначенной на долговременный выпуск неизменной продукции. Так наиболее массовым утвердился блок-секционный метод строительства, как компромиссный вариант.

– Пятый этап (1990 г. по н. в.). Этап перехода социалистической плановой системы к рыночной, выделяется быстрым снижением объемов крупнопанельного строительства, банкротством большого количества ДСК. Серьезные проблемы с гибкостью производства

в крупнопанельном домостроении не давало оперативно ввести изменения, связанных с новыми нормативными требованиями по энергетической эффективности, безопасности противопожарных систем, доступностью для маломобильных слоёв населения. В то же самое время ряд домостроительных комбинатов и институтов продолжают вести разработку максимально гибкой системы панельного домостроения (ГСПД) и других систем с целью адаптации массового жилищного строительства к новым социально-экономическим условиям [3].

Жилища хрущевской застройки 60-35 лет назад сыграли немаловажную роль в решении жилищных проблем того периода. Жилье было социальным, и выдавалась исключительно бесплатно. Первоначально эти дома были временным решением. Срок их эксплуатации предполагал не более 25 лет, после планировался снос. Однако по итогам, из-за, хоть и большого, но недостаточного объёма строительства, срок эксплуатации «Хрущевки» неоднократно переносился в сторону увеличения, вследствие получилось их моральное и физическое устаревание (табл.1).

Таблица 1

Сроки эксплуатации типовых жилых многоэтажных зданий и сооружений

Тип дома	Время постройки	Срок эксплуатации	Срок реконструкции	Время сноса (нормативный срок)
Сталинские довоенные	1930-1940	125	1990-2005	2050-2070
Сталинские послевоенные	1945-1955	150	2020-2030	2095-2105
«Хрущевки» панельные (5эт.)	1955-1980	50	снос	2005-2020
«Хрущевки» кирпичные (5эт.)	1955-1980	100	2015-2030	2055-2070
Панельные и блочные (9-19 эт.)	1965-1980	100	снос	2055-2080
Соврем. кирпичные и панельные	1980-1998	125-150	2050-2070	2105-2150
Соврем. панельные	1980-1998	100-120	снос	2070-2105

Кроме строительства нового жилья, увеличения жилищного фонда РФ можно достичь путем реконструкции старого жилого фонда. Большая часть жилищного фонда массовых застроек находится в эксплуатации уже более 50 лет. Капитальный ремонт не проводился, дома за это время подверглись физическому и моральному износу. Если в настоящем времени не начать массовые процессы обновления жилфонда, то примерно через 10 лет большая часть его придет в аварийное состояние, когда необходимо будет отселить жильцов. При этом затраты на ремонт и реконструкцию значительно возрастут [4].

В Братске имеется 485 «хрущевки», из них 391 дом – 464 серии и 94 дома 447 серии. Наибольшее количество таких домов, 76 % от всех «хрущевки», находится в Центральном административном округе города Братска. Их общее количество 369 (47 кирпичных домов 447 серии и 322 панельных 464 серии). В срединной зоне (Падунский округ) находятся 89 «хрущевки» и на периферии (Правобережный округ) – 27 домов массовых серий. В городе Братске – 20 микрорайонов, занятых застройкой 60-х годов: в Центральном округе это 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 21 и 22-й микрорайоны, в Падунском – 1, 2, 3 и 4-й микрорайоны и в Правобережном округе – 45-й квартал [4].

В реалиях есть два варианта борьбы с «отсталым» жилым фондом – снос зданий, не отвечающих современным требованиям и представлениям о комфортном жилье, или же реновация.

«Реновация» (лат. «renovatio» - обновление, ремонт). Означает процесс улучшения, реставрации, реконструкций без разрушений целостности общей структуры. Ремонт, без кардинального изменения. Не разрушение, а модернизация.

К основным методам модернизации жилого фонда 60-х годов постройки можно отнести:

- Утепление панельных строений – теплоизоляция;
- Обновление фасада;

- Перепланировка;
- Смена функционального назначения;
- Надстройка мансарды, увеличение;
- Назначение социально-культурного значения зданиям;
- Благоустройство.

С 2014 г. Москомархитектуры начал работу по смене старых серий индустриального домостроения на серии нового поколения. Результатом такой работы стал подготовленный Москомархитектурой стандарт (перечень критериев-требований) к проектам жилых домов. Стандарт отражает современное представление градостроительных властей о перспективной массовой жилой застройке, смотрим ниже (рис.2).



Рис. 2. Дизайн реконструкции 5-ти этажной «Хрущёвки»

Пять критериев(требований) к типовым сериям жилых сооружений:

1) Возможность смены этажности у сооружений, обеспечивающая комфорт в пределах жилой области:

- должны быть продуманы возможности смены этажности;
- должны быть продуманы возможности возведения секций на 6-17 этажей.

2) Планировочные решения:

– обеспечение возможности организации перепланировки самой квартиры;

– обеспечение возможности организации нескольких вариантов этажей в рамках единой секции;

– спроектировать проекты угловых секций.

3) Разнообразие фасадов, которое обеспечивает комфортность среды и разнообразие вариантов в пределах одной секции:

– обеспечение архитектурной выразительности фасадов и их разнообразие (в том числе и угловых секций);

– продумать места для размещения кондиционеров в пределах фасадов, при этом, не нарушив их архитектурной выразительности;

4) Грамотность в планировке квартала (района):

– продумать возможности размещения секций со смещениями друг друга.

5) Разработка общественных пространств - вдоль фронта застройки, обеспечить территорию предприятиями по торговле и обслуживанию со входом с улицы на первом этаже:

– обеспечение свободной планировки на первых этажах с целью размещения объектов социальной инфраструктуры;

– обеспечение входов в жилую часть здания с улицы и со двора, в общественную часть с улицы;

– первые этажи секций должны предусматривать значительный процент использования прозрачных для света конструкций [5].

По итогам анализа отечественного опыта реновация жилого фонда хрущевского периода застройки, стало явным, что процесс модернизации в РФ проходит, но не

повсеместно, так же, в ряде случаев качество и эстетика исполнения выполняются не на должном уровне. В крупных городах постепенный процесс модернизации жилищного фонда еще заметен, чего не скажешь о небольших российских городах. Реконструкция данного жилого фонда позволяет не только снизить проблему нехватки жилища, но еще и повышает уровень комфортности проживания.

### Литература

1. Овсянникова Е. Б. Индуст-ое домостроение: строительные технологии и объемно-пространственные модели жилого дома // Массовое жильё как объект творчества. Роль социальной инженерии и художественных идей в проектировании жилой среды. Опыт XX и проблемы XXI века / отв. ред. Т. Г. Малинина. М.: НИИ теории и истории изобразительных искусств при Российской академии художеств: БуксМАрт, 2015. С. 229-238.

2. Броницкая А. Ю. Основные тенденции в экспериментальном проектировании жилых домов и комплексов в 1960-1970-х годах. Работы М проектных институтов // Массовое жилище как объект творчества. Роль социальной инженерии и художественных идей в проектировании жилой среды. Опыт XX и проблемы XXI века / отв. ред. Т. Г. Малинина. М.: НИИ теории и истории изобразительных искусств при Российской академии художеств: БуксМАрт, 2015. С. 239-246.

3. Андреева А.Г. Жилые дома хрущевского периода. Реновация // Сборник трудов: III Международная научная конференция «Молодёжь, наука, технологии: новые идеи и перспективы» / Изд-во: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2016. С.5-12.

4. Перетолчина Л.В., Глебушкина Л.В. Воспроизводство жилого фонда в г.Братске путем реконструкции территорий застройки 60-х годов // Труды Братского государственного университета / Изд-во: БрГУ, 2007. С. 297-299.

5. Москва перейдет на новые типовые серии панельных жилых домов в 2016 году [Электронный ресурс]. URL: <http://tehne.com/event/novosti/moskva-pereydyot-na-novye-tipovye-serii-panelnyh-zhilyh-domov-v-2016-godu> (дата обращения: 02.08.2017).

УДК 693

## Неразрушающие методы определения прочности бетона гидротехнических сооружений

А.В. Шкулёва

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** системный мониторинг, прочность бетона, неразрушающие методы, гидротехнические сооружения

*В статье рассматриваются неразрушающие методы определения прочности бетона гидротехнических сооружений. Неразрушающие методы контроля дают возможность сохранить эксплуатационную пригодность рассматриваемых объектов без нарушения их несущей способности и определять интересующие физико-механические характеристики материалов в любой доступной точке. Систематическая оценка технического состояния сооружений ГТС на основе непрерывного мониторинга позволит своевременно предотвратить чрезвычайные ситуации и обеспечить эксплуатационную надежность и долговечность в течение проектного срока. При определении прочности бетона гидротехнических сооружений Ангарского каскады ГЭС использовались различные неразрушающие методы определения прочности. Статистическая обработка больших массивов данных, полученных с помощью неразрушающих методов контроля, позволяет нивелировать погрешности от косвенного определения прочностных характеристик. Этому же будет способствовать параллельное использование различных приборов неразрушающего контроля.*

Систематический мониторинг состояния бетонных конструкций таких ответственных сооружений как плотины являются неременным условием их безопасной эксплуатации. Оценка реального состояния бетона плотины позволяет не только спрогнозировать срок надёжной эксплуатации сооружения, но и составить план необходимых ремонтных работ.

При обследовании зданий и сооружений целесообразно использовать различные методы определения прочности бетона. Это, во-первых, позволяет значительно увеличить массив экспериментальных данных, а, во-вторых, откорректировать результаты неразрушающих методов определения прочности бетона.

В реально эксплуатируемых сооружениях стандартные методы определения прочности имеют существенные недостатки и ограничения, связанные с разными условиями хранения, масштабным фактором и т.д. Поэтому для эксплуатируемых зданий и сооружений широко применяются приборы неразрушающего контроля, позволяющие определять прочностные характеристики материалов без механических повреждений и в любой доступной части конструкций. Основой применения указанных методов является использование для определения прочности бетона на сжатие предварительно установленных градуировочных зависимостей «косвенная характеристика – прочность». Все методы неразрушающего контроля принято делить, согласно принятому принципу действия, на механические и физические. Приборы механического действия включают метод пластических деформаций, отрыва со скалыванием, отскока, скалывания ребра и т.д. К физическим традиционно относят ультразвуковой метод.

При определении прочности бетона гидротехнических сооружений (далее – ГТС) Ангарского каскада ГЭС использовались различные неразрушающие методы определения прочности. Из приборов механического действия использовались приборы, основанные на принципе пластичной деформации и отскока, согласно ГОСТ 22690-2015 «Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля» [1].

При построении градуировочных зависимостей в качестве косвенной характеристики для метода пластической деформации принимают диаметр отпечатка, оставляемый шариком ударной части прибора на поверхности бетона, а для метода отскока – величину отскока бойка, который ударяет по поверхности бетона с постоянной силой. Прочность бетона определяется по градуировочным зависимостям, предварительно полученным в результате параллельных испытаний стандартных (ГОСТ 10180) образцов-кубов вначале неразрушающим методом, а затем классическим (разрушающим). [2] В соответствии с ГОСТ 22690 построение градуировочных зависимостей осуществляется по результатам испытаний не менее 15 серий образцов-кубов или не менее 30 образцов. Обычно испытывают 45 образцов (15 серий, по три образца в каждой). Размеры образцов для градуировочной зависимости выбирают в соответствии с наибольшей крупностью заполнителя в бетонной смеси, но не менее 100 мм. Обычно используют кубы с ребром 150 мм. Изменение прочности бетона в сериях достигается варьированием расхода цемента и водоцементного отношения. Возраст бетона исследуемой конструкции не должен отличаться более чем на 50% от возраста образцов, используемых для построения градуировочной зависимости. При изменении состава бетона или технологии его производства градуировочную зависимость следует устанавливать заново [1].

Бетон характеризуется значительной неоднородностью структуры, поэтому при неразрушающем контроле его прочности увеличивают число проверяемых точек и применяют ударник большего диаметра, чтобы передавать усилия более значительному объёму материала. Согласно ГОСТ 22690, испытания проводят на поверхностях конструкций, прилегающих при изготовлении к опалубке, при этом площадь участка для испытания принимают от 100 до 600 см<sup>2</sup>.

Для определения прочности бетона напорной грани Усть-Илимской ГЭС в зоне переменного уровня воды методом пластической деформации использовался прибор ЛИСИ КГ-2 конструкции Крюкова и Гаврилова [3]. Особенностью прибора является достаточно

высокая энергия удара и возможность использования сменного шарика меньшего диаметра, что позволило оценить характеристики высокомарочных бетонов. Для построения градуировочной зависимости использовались образцы из высокопрочного бетона, находившиеся в камере влажного хранения центральной лаборатории ОИСМ Братскгэсстроя более 10 лет. Методика установления градуировочных зависимостей и оценки точности испытаний соответствовала требованиям ГОСТ 22690.

Результаты тарировки позволили получить градуировочную зависимость между диаметром отпечатка и прочностью:

$$R = 90,68 - 4,289d \quad (1)$$

где  $R$  — прочность бетона, МПа  
 $d$  — диаметр отпечатка, мм

Погрешность тарировки составила 4,7%, что значительно меньше допустимых по ГОСТу 12%. В графической форме градуировочная зависимость приведена на рисунке 1.

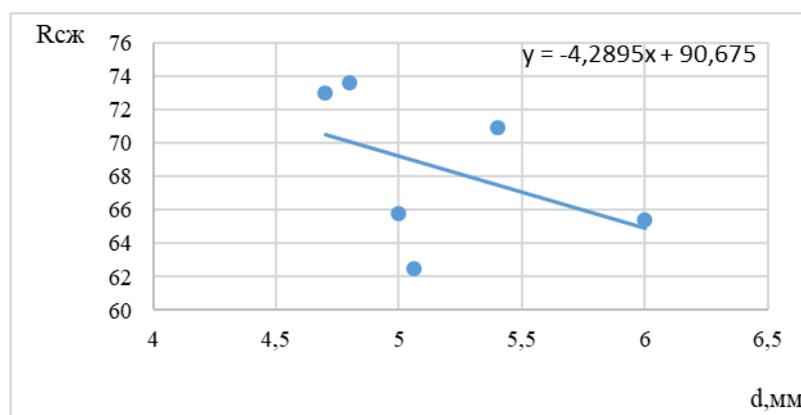


Рис.1. Градуировочная зависимость «диаметр отпечатка - прочность» для прибора ЛИСИ «КГ-2

К приборам, основанным на методе упругого отскока, относят склерометр ОМШ-1. Под действием ударной пружины боёк наносит удар по индентору (ударнику), а через него – по испытываемой поверхности. За счёт упругости бетона боёк отскакивает и перемещает бегунок по скалке вдоль шкалы. Чтобы зафиксировать достигнутое положение бегунка, нажимают стопор, который не даёт перемещаться держателю под действием возвратной пружины. Энергия удара бойка составляет 2,2 Дж, для сжатия пружины требуется усилие не более 70 Н. Контрольными, для определения прочности бетона на одном участке, являются пять ударов и соответствующих им отсчётов по шкале прибора. Прочность бетона определяется по предварительно установленным градуировочным зависимостям «прочность – высота отскока бойка». Прибором ОМШ-1 определяют прочность тяжёлого и лёгкого бетона на сжатие в диапазоне от 5 до 40 МПа. Наибольшая чувствительность прибора лежит в зоне низкомарочных бетонов, а именно в галереях плотины ГЭС.

Главными преимуществами прибора ОМШ-1 является простота использования. Можно определить прочность при испытании конструкций направляя склерометр в пол, в стену, в потолок, соблюдая при этом перпендикулярность к испытываемой поверхности. К недостаткам относят частные проверки прибора и относительно невысокую точность измерения.

При определении прочности бетона напорного столба и внутренней зоны плотины Усть-Илимской ГЭС методом упругого отскока проводилась тарировка прибора ОМШ-1, которую осуществлял Испытательный Центр г. Братска. Тарировка проводилась в соответствии с требованиями ГОСТ 22690. По результатам тарировки получена градуировочная зависимость между величиной отскока и прочностью:

$$\text{Lg } Y = 1,15 + 0,035 X, \quad (2)$$

где  $Y$  – прочность бетона на сжатие, кг/см<sup>2</sup>;  
 $X$  – показания склерометра (деления).

Погрешность тарировки составила  $\pm 9,58\%$ , что меньше, допустимых по ГОСТу 12%.

При расчёте прочности с влажной поверхностью применяется повышающий коэффициент 1,4, компенсирующий ошибку, связанную с существенной разницей поверхностной прочности влажного и относительно сухого (равновесной влажности) бетона. В графической форме градуировочная зависимость приведена на рисунке 2.



Рис.2. График градуировочной зависимости прочности бетона от величины отскока по шкале склерометра

Идея испытаний бетона неразрушающими методами на Усть-Илимской ГЭС заключалась в сопоставлении результатов определения прочности бетона, находящегося в различных температурно-влажностных условиях в глубине и на низовой грани глухой плотины, на разрушенных участках водослива, в зоне переменного уровня В.Б.

Анализ результатов определения прочности, полученные с помощью приборов ЛИСИ КГ-2 и ОМШ-1, позволил сделать следующие выводы [4]:

- прочность бетона водослива не ниже М500 не зависимо от места испытания, т.е. для вывода о расшатывании структуры бетона в местах кавитационной эрозии за пределами разрушения нет оснований;

- бетон наклонной грани глухой плотины находится в условиях, способствующих длительному росту прочности т.к. замеренная прочность значительно превышает проектную и постоянно увлажняемые участки по прочности не уступают бетону равновесной влажности;

- при оценке прочности бетона напорного столба и внутренней зоны плотины (со стороны смотровых галерей) необходимо подчеркнуть, что испытанию был подвергнут бетон, постоянно омываемый фильтратом, что нашло отражение в понижении его прочности, которая изменяется в пределах от 5 до 30 ÷ 40 МПа. Указанная прочность не может быть прямо перенесена на глубинные слои бетона, находящиеся в других температурно-влажностных условиях, заключение, о состоянии которого можно сделать только на основании контрольного бурения;

- показатели прочности бетона зоны переменного уровня В.Б. соответствуют такому состоянию, при котором конструктивные процессы твердения существенно не преобладают над деструктивными т.е. имеет место стабилизация. То, насколько долго продлится стабильное состояние бетона покажет только практика.

При определении прочности бетона гидротехнических сооружений также использовался ультразвуковой метод, который позволяет определять прочность не только в слое бетона около поверхности, но и в теле всей конструкции, в отличие от других неразрушающих способов контроля прочности. Испытания проводились в соответствии с ГОСТ 17624-2012 «Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности» [5].

Ультразвуковой прибор «Пульсар» предназначен для измерения времени распространения ультразвуковых импульсов в твердых материалах при поверхностном и сквозном прозвучивании, и позволяет определить прочность, плотность и модуль упругости строительных материалов. Прибор состоит из электронного блока, имеющего на лицевой панели 9-ти клавишную клавиатуру и графический дисплей. В верхней торцевой части корпуса установлены разъемы для подключения посредством кабелей датчика поверхностного прозвучивания или ультразвуковых преобразователей. Перед практическим использованием прибора должны быть построены градуировочные зависимости, учитывающие местные особенности.

Определение прочности бетона прибором «Пульсар» производилось для различных зон Братской ГЭС. Тарировочная зависимость прочности  $R$  от скорости распространения ультразвуковых волн  $V$  строилась на основании испытаний образцов бетона (10x10x10) возраста 1-2 месяца естественного режима твердения с помощью сквозного прозвучивания [6]. Для каждого куба определяли скорость распространения волн « $V$ » по данным прозвучивания, а затем проводили испытание на прочность при сжатии до разрушения. К полученному уравнению градуировочной кривой (рисунок 3), задаются коэффициенты полинома для перерасчета зависимости «скорость распространения – прочность». Таким образом, оттарированный прибор позволяет проводить замеры прочности бетона, скорости распространения волн, времени прохождения сигнала и др.

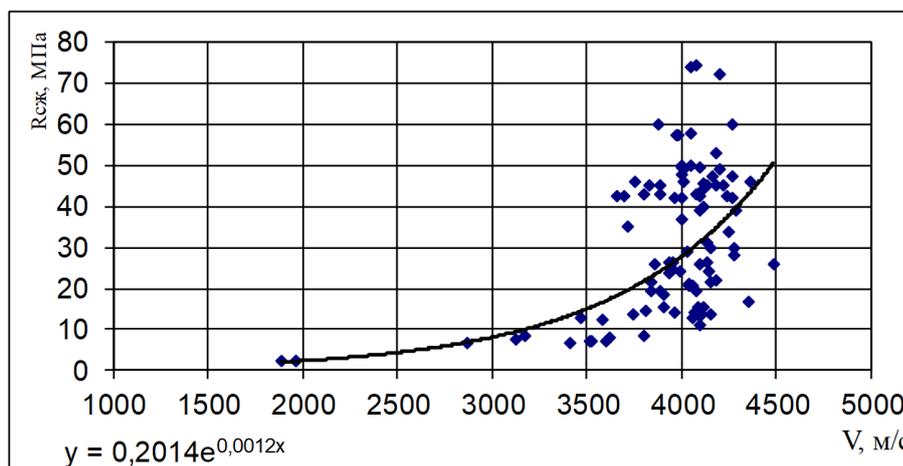


Рис.3. Градуировочная зависимость «скорость УЗ – прочность»

К преимуществам ультразвуковых приборов, кроме оценки прочности, относят возможность дефектоскопии с обнаружением пустот, трещин и других дефектов, а также определение плотности и модуля упругости материалов. В качестве недостатка приборов можно отметить погрешность, которая появляется при переходе от акустических к прочностным характеристикам, что во многом зависит от образцов, использованных для тарировки.

Таким образом, неразрушающие методы контроля дают возможность сохранить эксплуатационную пригодность рассматриваемого объекта без нарушения его несущей способности и определять интересующие физико-механические характеристики материалов в любой доступной точке. Вместе с тем, результаты испытаний не получают непосредственно в виде искомого фактора (предела прочности, модуля упругости, плотности, влажности и т.д.), а находят по косвенным показателям (диаметру отпечатка, скорости прохождения ультразвука, степени поглощения ионизирующих излучений и т.д.), что требует дополнительного установления взаимосвязи между ними.

Опыт использования неразрушающих методов при оценке состояния бетона гидротехнических сооружений Ангарских ГЭС позволил выявить их особенности и эффективные области применения. Прибор ОМШ-1 с невысокой энергией удара бойка даёт наиболее достоверные результаты для бетонов с прочностью 5-20 МПа, например, в зоне

смотровых галерей бетонных плотин. Пистолет ЛИСИ КГ-2 напротив при большой энергии удара может быть эффективно использован для зон высокомарочных бетонов, например, водослива и наружных поверхностей напорного столба. Ультразвуковые приборы более универсальны, что расширяет область их применения.

Статистическая обработка больших массивов данных, полученных с помощью неразрушающих методов контроля, позволяет нивелировать погрешности от косвенного определения прочностных характеристик. Этому же будет способствовать параллельное использование различных приборов неразрушающего контроля.

В целом неразрушающие методы контроля в системе непрерывного мониторинга основных параметров работы плотин позволяют обеспечить эксплуатационную надёжность и долговечность гидротехнических сооружений.

#### **Литература**

1. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля. - М.: Стандартинформ. 2016. – 24 с.

2. ГОСТ 10180-212. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам. - М.: МНТКС. 2013. - 30 с.

3. А.М. Крюков, Н.В. Гаврилов Методические указания по определению прочности бетона прибором ЛИСИ. - Ленинград: ЛИСИ, 1990- 12 с.

4. Освидетельствование поверхности бетона напорной грани плотины в зоне переменного уровня воды с установлением структурных изменений: Братский государственный университет; рук. Садович М.А.; испол.: Шляхтина Т.Ф., Коплик Н.В. и др., 2008, № госрегр. 01.2007.06520.

5. ГОСТ 17624-2012. Бетоны. Ультразвуковой метод определения прочности» - М.: МНТКС, 2014. - 19 с

6. Исследование бетона образцов – кернов, выбуренных из плотины Братской ГЭС: Братский государственный университет; рук. Садович М.А.; испол.: Шляхтина Т.Ф., Ульянов Д.В. и др., 2005, № госрегр. 01200609158.

7. Садович М. А. Шляхтина Т. Ф., Курицына А. М., Шкулёва А. В., Семенова И.С. Особенности фильтрации в основании плотины братской ГЭС / Журнал гражданского строительства и архитектуры: - Том 12, Номер 8, Август 2018 (Серийный Номер 129). - USA: David Publishing Company. -2018 г.-78 с.

УДК 691.41

### **Особенности технологии изготовления стеновых керамических материалы с белым черепком**

И.А. Макарова, М.С. Татиевская, Е.А. Колганова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** керамический материал, пыль газоочистки производства ферросплавов, зола-унос, жидкое стекло, кислоты жирные талловые омыленные.

*В статье представлена информация по технологии изготовления лицевого эффективного керамического кирпича с белым черепком. Полученный материал позволит разнообразить облик фасадов зданий и сооружений сибирских городов. В качестве сырьевых материалов используются преимущественно отходы промышленности, а именно пыль газоочистки производства ферросплавов и зола-унос. Для предлагаемого материала жидкостью затворения служит жидкое стекло в сочетании с ПАВ - кислотами жирными талловыми омыленными. Введение ПАВ в жидкость затворения придает ей поверхностно-активные свойства, что облегчает переработку шихты и формование сырца. При обжиге керамических масс, включающих ПАВ, выгорание органической добавки приводит к образованию внутренней восстановительной среды,*

*интенсифицирующей спекание. Комплексный анализ полученных результатов показывает, что лучшими эксплуатационными характеристикам обладает материал с добавлением 15 мас.% золы-унос, обожженный при температуре 800 °С. При этом средняя плотность белого черепка соответствует 1,167 г/см<sup>3</sup>, а предел прочности при сжатии 25,5 МПа.*

Для удовлетворения потребности в жилье необходимо существенно увеличить производство дешевых стеновых материалов, в первую очередь кирпича.

Преобладание в Иркутской области месторождений глинистого сырья с высоким содержанием красящих оксидов (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + TiO<sub>2</sub>) обуславливает выпуск керамического кирпича и камня терракотового оттенка. Облик фасадов зданий и сооружений сибирских городов можно разнообразить при использовании изделий светлой расцветки.

Решение этих задач возможно за счет использования дешевых местных материалов и экономичных технологий. Вовлечение отходов промышленности в производство строительных материалов, в том числе керамических, позволяет, разрядить экологическую обстановку в регионе и снизить себестоимость производимой продукции.

Целью исследования является разработка технологии изготовления лицевого эффективного керамического кирпича с белым черепком на основе пыли газоочистки производства ферросплавов (ПГПФ и жидкого стекла). Для достижения поставленной цели необходимо выбрать корректирующие добавки и жидкость затворения, оптимизировать состав шихт и температуры обжига

Ежегодное образование ПГПФ на ООО «Братский завод ферросплавов» - 12000 т/год, из них утилизируется 700 т/год, а оставшаяся часть направляется в шламонакопители.

Низкое содержание красящих оксидов в ПГПФ служит предпосылкой для получения на его основе изделий с белым черепком. Однако на образцах из ПГПФ при обжиге образуются трещины при температуре выше 700 °С вследствие перехода аморфного SiO<sub>2</sub> в высокотемпературную кристаллическую форму (кристобалит). Таким образом, необходим поиск добавок – регуляторов структуры. В данном исследовании в качестве таких добавок использовались: высококальциевая зола-унос, кислоты жирные талловые омыленные и жидкое стекло заводского изготовления.

Ежегодное образование золы-унос (ЗУ) на Иркутской ТЭС-7 г. Братска от сжигания углей Ирша-Бородинского месторождения колеблется от 21 до 24 тыс. т. В настоящее время в отвалах накоплено более 800 тыс. т. зольных отходов. Наличие оксида кальция (среднее значение 22,32 %) в ЗУ предопределяет возможность использования отхода в качестве кальцийсодержащей добавки в кремнеземистые керамические массы. Введение такой добавки обуславливает образование в стенках пор черепка долговечных прочных новообразований (полевые шпаты в форме анортита CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2SiO<sub>2</sub>, диопсид CaO·MgO·2SiO<sub>2</sub>, волластонит β-CS). Это особенно важно для стеновых керамических изделий, обладающих достаточно большой открытой пористостью [1]

Кислоты жирные талловые омыленные (КЖТО) являются побочным продуктом сульфатно-целлюлозного производства и представляют собой натриевые соли талловых жирных кислот, получаемых при ректификации таллового масла из древесины хвойных пород. Важно, что КЖТО – водорастворимый продукт, что позволяет использовать его в составе жидкости затворения. Введение КЖТО в жидкость затворения придает ей поверхностно-активные свойства, что облегчает переработку шихт и формование сырца. При обжиге керамических масс, включающих КЖТО, выгорание органической добавки приводит к образованию внутренней восстановительной среды, интенсифицирующей спекание.

Жидкое натриевое стекло (ЖС) представляет собой густую жидкость желтого или серого цвета без механических включений и примесей. ЖС выпускают в соответствии с ГОСТ 13078-81. Такие его свойства как отсутствие запаха, пожаробезопасность, морозоустойчивость предопределяет возможность применения в составе жидкости затворения керамической массы. В данном исследовании использовалось ЖС, силикатный модуль которого соответствует 2,7.

Введение ПАВ (КЖТО) в жидкое стекло приводит к модификации свойств коллоидного раствора силикатов натрия – понижению его вязкости и поверхностного натяжения. Это способствует равномерному распределению ЖС в шихте и сокращает расход жидкости затворения.

Предварительные исследования показали, что применение добавки высококальциевой ЗУ позволяет избежать трещинообразование при обжиге материалов, а применение в качестве жидкости затворения смеси водного раствора КЖТО и ЖС приводит к снижению температуры обжига.

На начальном этапе исследований исходные сырьевые компоненты ПГПФ и ЗУ (15% от массы ПГПФ) смешивают с жидкостью затворения (25% от массы сухих компонентов). Соотношение компонентов жидкости затворения принимают по результатам предварительных исследований, при этом жидкость затворения (ЖЗ) состоит из воды (66%), КЖТО (1%) и жидкого стекла (33%). Отформованные при удельном давлении прессования 20 МПа и высушенные образцы обжигают при температуре 750, 850, 950<sup>0</sup>С. Так как при формовании появляются запрессовочные трещины, количество жидкости затворения в последующих экспериментах снижают до 20%, а далее – до 18%. Кроме того, в составе ЖЗ увеличивают содержание КЖТО до 6,7%, сократив соответственно расход воды. Характеристики образцов из экспериментальных шихт, обеспечивающих отсутствие трещин, приведены в табл.1.

В качестве контрольного варианта использован материал №1 (табл.1), полученный при затворении ПГПФ водой и обожженный при 850<sup>0</sup>С. Вследствие избыточной кристобалитизации образцы имеют глубокие трещины.

В процессе обжига, при выгорании КЖТО в материале, образуется внутренняя восстановительная среда, препятствующая избыточной кристобалитизации. При этом черепок обогащается дополнительной микропористостью.

Таблица 1

Физико-механические свойства экспериментальных образцов

№	Состав шихты и температура обжига	Прочность при сжатии, МПа	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Коэффициент конструктивного качества, МПа	Дефекты поверхности образцов
1	ПГПФ + 25% воды Т=850 <sup>0</sup> С (контрольный вариант)	-	1054	-	Глубокие трещины на всех гранях образцов
2	ПГПФ + 15% ЗУ + 18% ЖЗ Т=750 <sup>0</sup> С	8,3	1134	0,732	Отсутствуют
3	55% ПГФ + 45% ЗУ + 18% ЖЗ Т=950 <sup>0</sup> С	9,4	1391	0,675	Отсутствуют
4	35% ПГПФ + 65% ЗУ + 18% воды Т=950 <sup>0</sup> С	16,4	1568	1,045	Отсутствуют

Установлено что, для предотвращения избыточной кристобалитизации, необходимо понижение температуры обжига (до 750<sup>0</sup>С) или увеличение расхода ЗУ. В последнем случае повышается средняя плотность и прочность при сжатии.

Оптимизация состава шихты и температуры обжига осуществляется с помощью математического планирования эксперимента, который предусматривает варьирование двух факторов на трех уровнях (табл.2,3).

В качестве первой переменной рассматривается содержание ЗУ (мас.%) в диапазоне  $15 < X_i < 25$ .

В качестве второй переменной принята температура обжига (<sup>0</sup>С) материала в диапазоне  $700 < X_i < 800$ .

Таблица 2

Уровни и факторы варьирования

Уровень варьирования	Кодированное обозначение	Количество ЗУ, мас.% X <sub>1</sub>	Температура обжига, °С X <sub>2</sub>
Нижний (X <sub>i</sub> min)	-1	15	700
Средний (X <sub>i</sub> 0)	0	20	750
Верхний (X <sub>i</sub> max)	+1	25	800
Интервал варьирования X <sub>i</sub> (Δ X <sub>i</sub> )	-	5	50

Таблица 3

План эксперимента в кодированном и натуральном выражении

№ опыта	Кодированные значения		Натуральные значения	
	x <sub>1</sub>	x <sub>2</sub>	X <sub>1</sub> , %	X <sub>2</sub> , °С
1	+1	+1	25	800
2	-1	+1	15	800
3	+1	-1	25	700
4	-1	-1	15	700
5	0	0	20	750
6	+1	0	25	750
7	-1	0	15	750
8	0	+1	20	800
9	0	-1	20	700

В качестве откликов фиксировались: средняя плотность, прочность при сжатии в сухом состоянии, водопоглощение по массе при нормальных условиях, коэффициент размягчения, коэффициент конструктивного качества (табл.4).

Таблица 4

Отклики эксперимента

№ опыта	Прочность при сжатии, МПа	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Водопоглощение по массе, мас. %	Коэффициент размягчения	Коэффициент конструктивного качества, МПа
1	25,02	1,119	39,8	0,52	22,36
2	25,46	1,167	40,3	0,58	21,82
3	17,38	1,159	38,9	0,28	14,99
4	20,77	1,113	42,6	0,58	18,66
5	10,68	1,135	41,0	0,82	9,4
6	15,40	1,142	39,0	0,35	13,48
7	8,30	1,162	47,0	1,37	7,14
8	23,28	1,198	40,8	0,65	19,43
9	17,40	1,095	43,4	0,47	15,89

В результате обработки экспериментальных данных были получены уравнения регрессии для кодированных значений переменных:

1) прочность при сжатии:

$$Y_1 = 10,392 + 0,545 \cdot x_1 + 3,035 \cdot x_2 + 1,602 \cdot x_1^2 + 10,092 \cdot x_2^2 + 0,737 \cdot x_1 \cdot x_2$$

2) средняя плотность:

$$Y_2 = 1,146 - 0,004 \cdot x_1 + 0,0195 \cdot x_2 + 0,001 \cdot x_1^2 - 0,0045 \cdot x_2^2 - 0,0235 \cdot x_1 \cdot x_2$$

3) водопоглощение по массе:

$$Y_3 = 42,644 - 2,033 \cdot x_1 - 0,666 \cdot x_2 - 0,466 \cdot x_1^2 - 1,366 \cdot x_2^2 + 0,8 \cdot x_1 \cdot x_2$$

4) коэффициент размягчения:

$$Y_4 = 0,868 - 0,23 \cdot x_1 + 0,07 \cdot x_2 - 0,03 \cdot x_1^2 - 0,33x_2^2 + 0,06 \cdot x_1 \cdot x_2$$

5) коэффициент конструктивного качества:

$$Y_5 = 9,0 + 0,535 \cdot x_1 + 2,345 \cdot x_2 + 1,502 \cdot x_1^2 + 8,852x_2^2 + 1,052 \cdot x_1 \cdot x_2$$

Многофакторные уравнения регрессии были использованы для построения однофакторных зависимостей наблюдаемых результативных показателей с помощью табличного процессора Excel и его графического приложения [2]. По полученным однофакторным зависимостям построили соответствующие графические зависимости, представленные на рис. 1-2.

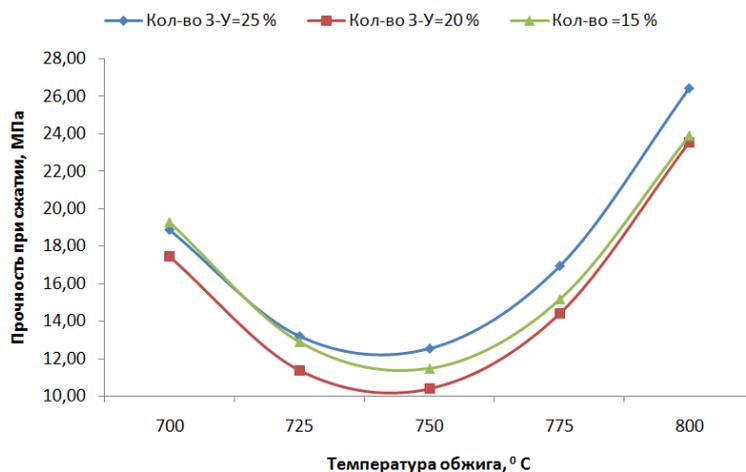


Рис. 1. Зависимость прочности при сжатии от температуры обжига

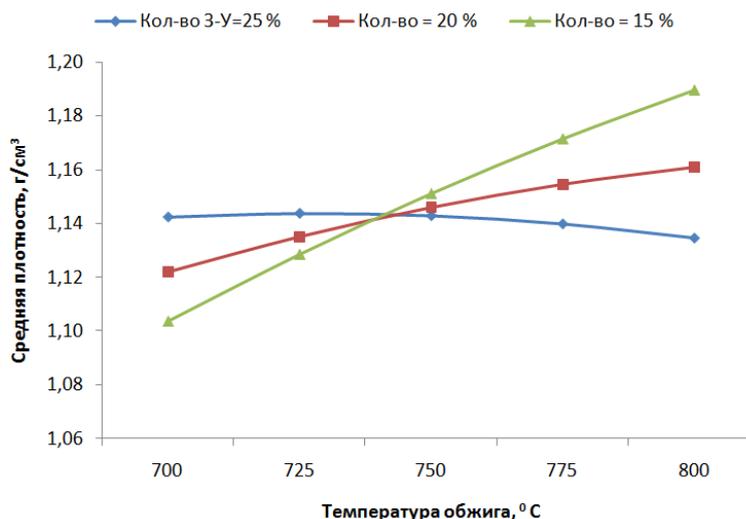


Рис. 2. Зависимость средней плотности от температуры обжига

Комплексный анализ полученных результатов показывает, что лучшими эксплуатационными характеристикам обладает материал с добавлением 15мас.% золь-унос, обожженный при температуре 800 °С. При этом средняя плотность белого черепка соответствует 1,167 г/см<sup>3</sup>, а предел прочности при сжатии 25,5 МПа.

Морозостойкость образцов на основе техногенного сырья определялась методом объемного замораживания. Результаты испытаний представлены в табл. 5.

Таблица 5

Результаты определения морозостойкости

Состав шихты (мас. %) и температура обжига (°C)	Количество циклов наблюдения	Дефекты	Потери (-) или прирост (+) прочности при сжатии, %
1.МК + 15% 3-У + + 18% ЖЗ (750 °C)	F 50	Отсутствуют	+ 73,7

Данные табл.5 свидетельствуют о самоупрочнении материалов при попеременном замораживании и оттаивании. Материалы отвечают требованиям по морозостойкости для лицевых изделий (F50) согласно ГОСТ 530-2012.

Скорость определения начальной абсорбции воды (2,03 кг/(м<sup>2</sup> · мин)) материала рационального состава отвечают требованиям для лицевых изделий согласно ГОСТ 530-2012.

Установлено, что на основе МК и добавок высококальциевой золы-уноса, жидкого стекла и КЖТО возможно изготовление эффективного беложгущегося лицевого кирпича при пониженной температуре обжига 750 °С.

### Литература

1. Макарова, И.А. Оптимизация состава и температуры обжига при изготовлении керамического кирпича на основе техногенного кремнеземистого сырья/ И.А. Макарова [и д.р.]// Ресурсосберегающие технологии и эффективное использование местных ресурсов в строительстве – Материалы Международного сборника научных трудов. - Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2013. – с.142-147.

2. Цинделиани, М.И. Влияние комбинированной кальцийсодержащей добавки на свойства керамического материала на основе пыли газоочистки ферросплавного производства/ М. И. Цинделиани [и д.р.]// Энергия молодых - строительному комплексу: материалы всероссийской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых. – Братск: ГОУ ВПО «Братский государственный университет». – 2014. – с.193-197.

УДК 332.812.123

## Перспективы развития жилищного фонда

А.О. Воробьев

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** жилищный фонд, проблемы и перспективы жилого фонда, ЖКХ, жилищное хозяйство, развитие жилищного фонда, модернизация жилищного фонда.

*В данной статье произведен анализ жилищного фонда России и города Братска, также были рассмотрены главные проблемы и возможные перспективы развития жилищного фонда. Рассмотрены основные проблемы, которые необходимо учитывать при обновлении жилищного фонда с точки зрения взаимодействия его участников и динамичности экономических процессов, происходящих в стране. Проблема обеспечения населения качественным и доступным жильем решается в России на протяжении длительного времени. Решение этой проблемы поспособствует увеличению значения благосостояния жителей и обеспечению доступности жилья и жилищных услуг для каждой семьи, что в свою очередь, является одним из главных задач нашего государства. Решение жилищных проблем является одним из приоритетов становления социально-экономического сектора РФ.*

Одной из важных направлений социально-экономических изменений в нашем государстве выделяется реформирование, модернизация и развитие жилищной сферы, которая создает необходимые жизненные условия для человека. Ключевыми отраслями в составе этой сферы считают жилищное строительство и жилищное хозяйство. Они обеспечивают воспроизводство и содержание жилищного фонда, а также, качественное предоставление услуг от ЖКХ до потребителя.

В Российской Федерации уровень развития жилищной сферы не соответствует международным стандартам и требованиям [1]. Возложенные на нее задачи выполняются далеко не полностью, что в большой мере влияет на снижение качества жизни.

Поэтому, проблема жилищного фонда является одной из самых актуальных социально-экономических проблем в нашем государстве. Повышение уровня благосостояния жителей является одной из главных задач политики РФ. Одним из основных направлений решения этой задачи является обеспечение доступным жильем и повышения качества жилищных услуг для каждой семьи.

Основными жилищными проблемами в РФ являются:

- нарастающее старение жилищного фонда;
- недостаток жилищного строительства;
- износ инженерных сетей и коммуникаций;
- недостаток инвестиций в сферу жилищного строительства;
- отсутствие планов, программ по обновлению жилищного фонда;
- несоответствие современным методам по управлению в сфере ЖКХ.

Проблемы в жилищном фонде накапливаются комплексно, охватывают сразу несколько уровней власти: экономический, технический, финансовый и иные. Что бы решить эти проблемы, нужно развивать напрямую связанные с жилищным фондом отрасли, привлекать инвесторов и бизнесменов, участвовать государству в механизме регулирования социально-экономической эффективности жилищного фонда, отлаживать взаимопонимание между заказчиков и подрядчиком, так же усилить контроль над качеством строительства, модернизацией и обслуживания жилищного фонда. Вследствие этого для решения образовавшихся вопросов нужен системный подход, синтезирующий усилия руководства всех уровней и специалистов разных профилей.

Ниже на рисунке 1 рассмотрим основные аспекты проблем жилищного фонда [1].



Рис 1. Основные аспекты проблем жилищного фонда

Число жилищного фонда почти во всех городах РФ не соответствует демографической структуре проживающих, что усугубляет жилищные условия населения. На данный момент средняя обеспеченность жильем по стране, составляет около 20 м<sup>2</sup>. общей площади жилья на одного человека, некоторые имеют даже менее 9 м<sup>2</sup>. В Братске средняя обеспеченность жилищной площадью хоть и немного выше средней по России – 23,5 м<sup>2</sup> на человека, но в целом жилищная проблема столь остра, что вряд ли будет решена в ближайшее десятилетие и в нашем городе и в целом по РФ. Ниже в таблице представлены данные жилищного фонда по Иркутской области [2].

Таблица 1

Жилищный фонд на 1 января 2019 года по Иркутскому району

	Всего, тыс. кв. м общей площади	в том числе фонд:		Приходится в среднем на одного жителя, кв. м		
		городской	сельский	всего по области	в городской местности	в сельской местности
г. Братск	5377,1	5377,1	-	23,5	23,5	-
г. Ангарск	5496,3	5238,6	257,7	23,1	23,2	21,1
г. Зима	702,6	702,6	-	22,7	22,7	-
г. Иркутск	17251,2	17251,2	-	27,7	27,7	-
г. Саянск	964,6	964,6	-	24,8	24,8	-
г. Тулун	1010,6	1010,6	-	24,3	24,3	-
г. Усолье- Сибирское	1785,9	1785,9	-	23,1	23,1	-
г. Усть-Илимск	1940,8	1940,8	-	23,7	23,7	-
г. Черемхово	1477,7	1477,7	-	29,1	29,1	-

По уровню обеспеченности населения жильем (без учета качества и комфортности) Россия довольно сильно отстает не только от всех высокоразвитых стран мира, но и от многих развивающихся. В среднем на 1 человека в России приходится 20,7 м<sup>2</sup> жилой площади (в Братске -23,5 м<sup>2</sup>), а в Норвегии -74 м<sup>2</sup>, в Англии - 44 м<sup>2</sup>, во Франции – 37,5 м<sup>2</sup>, в Чехии – 28,7 м<sup>2</sup>.

Отсутствие полноценного рынка жилья и его дефицит фактически полностью исключает механический прирост населения, поскольку миграционные потоки практически всегда связаны с обменом или приобретением жилплощади. Важным нюансом проблемы жилищного фонда является несоответствие имеющегося жилищного фонда функционально-потребительским требованиям, которые предъявляют к жилым помещениям, а именно:

- неудобная планировка;
- некачественный уровень производства;
- плохая звукоизоляция;
- дороговизна, из расчета цена за 1 м<sup>2</sup>;
- влагостойкость и другие параметры жилых помещений.

Рассматривая качество жилья, следует обратить внимание на жилую среду со стороны архитектурно-планировочных, строительных, социальных, экологических, эстетических и многих других аспектов. К примеру, до недавнего времени первые позиции в жилищном строительстве занимали типовые панельные высотные дома с высокой плотностью жилищного фонда и жителей на единицу территории. Также, одной из серьезных проблем ЖКХ, является высокий износ систем жизнеобеспечения. Например, старение жилищного фонда России, быстрый переход его в категорию ветхого и аварийного. Он ставит под угрозу личное благополучие уже большинства жителей РФ - по данным Минстроя: общий износ основных фондов в ЖКХ составил более 60%, а четверть основных фондов уже полностью отслужила свой срок. Более 300 млн. кв. м (11% всего жилищного фонда) нуждается в неотложном капитальном ремонте [3]. По данным сервиса ГОС ЖКХ: в Братске в аварийном состоянии находится 855 домов, общей площадью более 236714 м<sup>2</sup>, в которых зарегистрировано более 9524 человек [2].

В соответствии с принятой численностью населения города Братска на 2030г – 260 тыс. чел. и среднем уровне обеспеченности – 30 м<sup>2</sup> общей площади на 1 чел, жилищный фонд города на расчетный срок составит 7800 тыс. м<sup>2</sup>. Убыль жилищного фонда (1-2 этажного ветхого, аварийного и в санитарно-защитных зонах) ориентировочно составит 170 тыс. м<sup>2</sup>. Объем нового строительства, в пределах территорий, выделенных на расчётный срок, составит 2625 тыс. м<sup>2</sup>.

Застройка территорий предполагается быть смешанной (малоэтажная, многоэтажная, также в коттеджном и усадебном вариантах).

Ниже на рисунке 2 представлено предполагаемое количество жилищного фонда, классифицированное по высоте и этажности [4].



Рис 2. Общий объем нового строительства

Жилищная проблема содержит большое количество составляющих, которые требуют значительных условий по ее решению. Рассмотрим основные пути урегулирования этих проблем:

- привлечение инвестиций для строительства или реконструкции зданий;
- оказание помощи в приобретении жилья всех слоев населения по средствам создания хороших условий для развития рынка жилья;
- усовершенствование и становление системы обеспечения жильем незащищенных групп населения;
- формированию благоприятной жилой среды по средствам модернизации архитектурно-планировочных и строительных подходов
- улучшение качества эксплуатации жилищного фонда.

Для достижения определенного развития жилищного фонда, прежде всего, должны быть решены эти задачи, а именно:

- реструктуризация финансовых механизмов рынка жилья, обеспечивающих доступность приобретения жилья для всех слоев населения;
- улучшение качества функционирования ЖКХ;
- обеспечение жильем за счет средств бюджетов, отдельных категорий граждан, в соответствии с объемом государственных обязательств;
- улучшение качества жилищного строительства (соответствие с потребностями населения).

Стоит отметить, что строительство – это не единственный способ воспроизводства жилищного фонда. Каждый отдельный город или поселение нужно рассматривать индивидуально. В некоторых случаях будет целесообразнее использовать другие методы обновления жилого фонда. Поэтому, усовершенствование, переустройство и реконструкция жилищного фонда должны быть рассмотрены не только лишь как способы воспроизводства, дополняющие строительство, но и как альтернатива ему. Из этого следует, что ресурсы должны уходить не только на увеличение потребления жилья, но и на улучшение качества жилья и обслуживающего компонента, в лице ЖКХ. Реальное повышение увеличение качества ЖКУ повлияет на сокращение размеров потребления воды, энергетических и топливных ресурсов и будет положительно восприниматься жителями.

Заключение. Решение жилищных проблем современной России неразрывно связано с общим повышением уровня экономического развития страны, с преодолением негативных тенденций, связанных с недостаточной эффективностью работы местных органов власти и управления. Отметим, что в РФ, в ветхом и аварийном жилищном фонде

проживают более 2,5 млн. чел., в Братске, только в аварийном состоянии находится 855 домов, общей площадью более 236714 м<sup>2</sup>. Как считают многие эксперты, для повышения качества жилищного фонда, одним из главных, является проведение жилищной реорганизации в муниципальных образованиях, потому что в них: сосредоточена большая часть ветхого жилищного фонда, живёт и трудится большая часть жителей нашего государства и находятся главные мощности промышленных организаций, а в нашем случае такие гиганты как ИЛИМ и БРАЗ и многие другие. При любом варианте, увеличение уровня содержания жилищного фонда и развитие жилищного строительства возможны при наличии благоприятных тенденций изменения макроэкономического положения дел в стране.

### Литература

1. Байрамуков С. Х., Долаева З. Н. Комплексный подход к проблеме модернизации жилищного фонда – 2015 г. С. 6, с. 9.
2. ГОС ЖКХ. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://gosjkh.ru/ehouses/irkutskaya-oblast/bratsk>. (дата обращения 02.04.2019)
3. Сайт Минстроя России. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru/>. (дата обращения 05.04.2019).
4. Генеральный план муниципального образования города Братска. Приложение № 8 к решению Думы города Братска от 17.11.2008 г. № 554/Г-Д // В. П. Постнов, В. Л. Ясин. С. 16-18, с. 33.

УДК 691.335

## Повышение эффективности газозолобетона путем армирования дисперсными волокнами

А.В. Косых, Д.Э. Маргарян

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** газозолобетон, дисперсные волокна, дисперсное армирование, эффективность.

*В настоящее время в строительстве большое развитие получают дисперсно-армированные бетоны. Это вызвано тем, что при всех преимуществах бетона и железобетона, они имеют и ряд недостатков, наиболее серьезным из которых считается низкая трещиностойкость, что является причиной хрупкого разрушения конструкций под нагрузкой. Этот и другие недостатки можно устранить в результате использования газозолобетона - композиционного материала, состоящего из цементной матрицы с равномерным или заданным распределением по всему объему ориентированных или хаотично расположенных дискретных волокон разного типоразмера.*

Все большее применение в строительстве находят газозолобетоны, обладающие улучшенными прочностными и деформативными характеристиками.

Газобетон готовят из смеси портландцемента (часто с добавкой воздушной извести или едкого натра), кремнеземистого компонента и газообразователя. Он изготавливается в промышленных условиях при помощи тепловых камер, в которых поддерживается определенная температура [1]. При смешивании всех компонентов с газообразователем -алюминиевой пудрой - происходит выделение водорода. Он в несколько раз увеличивает исходный объем сырой смеси. А пузырьки газа при застывании бетонной массы образуют в структуре материала огромное количество пор [2,3].

При этом, в качестве дисперсной арматуры применяют различные по составу и происхождению, геометрическим характеристикам и физико-механическим свойствам

волокна. Каждый вид волокна обладает своими преимуществами и недостатками. Так, введение в бетон стальных фибр обеспечивает значительное повышение его прочности, увеличивает сопротивление термическому воздействию и истиранию, позволяет добиться повышения вязкости разрушения композита.

Как правило, при дисперсном армировании останавливаются на вариантах моноармирования, при которых управление свойствами бетона, достаточно ограничено, тогда как полиармирование (армирование одновременно несколькими видами волокон с различными характеристиками) дает возможность управлять широким комплексом свойств в одном композите [4].

В настоящее время номенклатура используемых волокон весьма обширна, и согласно принятой классификации их разделяют:

- по модулю упругости волокна на высокомодульные (стальные, углеродные, стеклянные и др) и низкомодульные (полипропиленовые, вязкие и др.);
- по происхождению на природные (асбестовые, базальтовые, шерстяные и др.) и искусственные (вязкие, полиамидные и др.);
- по основному материалу на металлические (чаще всего стальные) и неметаллические (синтетические, минеральные).

Дисперсная арматура является рыхлым материалом в виде совокупности дискретных волокон разного происхождения, типа и размеров, которая предназначена для дисперсного армирования бетонов, в качестве упрочнителя и модификатора структуры композита.

Дисперсное армирование низкомодульными синтетическими волокнами не приводит к заметному повышению прочности при статических нагрузках, но сопротивление такого композита при действии ударных нагрузок оказывается более высоким по сравнению с неармированным бетоном. В последние годы появляются новые модификации, например, получаемые из аморфнометаллических сплавов, которые требуют дальнейших исследований с целью определения их технико-экономической эффективности.

При дисперсном армировании, упрочнение бетона матрица композита передает равномерно распределенным в ней волокнам приложенную нагрузку за счет касательных сил, которые действуют по поверхности раздела фаз. В случае, когда модуль упругости фибры превышает модуль упругости бетонной матрицы, основную долю напряжений воспринимают волокна, а общая прочность композита прямо пропорциональна их объемному содержанию.

Для эффективного применения различные волокна должны удовлетворять следующим условиям:

- модуль упругости волокон должен быть выше, чем модуль упругости матрицы композита;
- волокна должны быть химически стойкими и не разрушаться в щелочной среде бетонов;
- объем выпуска волокон должен обеспечивать объемы производства изделий из газозолобетонов;
- стоимость волокон должна быть минимальной с учетом выше перечисленных требований [4].

Вместе с тем, вопросы полиармирования газозолобетонов к настоящему времени изучены недостаточно, а имеющаяся информация порой свидетельствует о противоречивости получаемых результатов исследований, что снижает объемы применения дисперсного армирования.

В связи с этим возникает необходимость дальнейшего изучения физико-механических, энергетических и деформативных характеристик и разработки перспективных вариантов дисперсного полиармирования газозолобетонов для повышения их технико-экономической эффективности, надежности и эксплуатационной безопасности

конструкций зданий и сооружений.

Немногочисленные нормативные документы содержат лишь поверхностные сведения о составах газозолобетонов, а представленные в них методики основаны на эмпирическом подходе. Часто в постановке задания по проектированию газозолобетонов не указывается ни прочность на растяжение при изгибе, ни вязкость разрушения или трещиностойкость, ни другие требования к композиту, для выполнения которых и осуществляется дисперсное армирование.

Следовательно, уже с самого начала утрачивается целенаправленность процедуры подбора состава.

Следует подчеркнуть, что отличительной особенностью дисперсно-армированных бетонов является наличие в их составе дискретных волокон, влияние которых на изменения, происходящие в структуре и свойствах материала, необходимо учитывать при назначении состава бетонной матрицы.

В ходе проделанного литературного обзора были получены следующие данные о структурообразующей роли армирующих волокон в газозолобетоне:

- дисперсная арматура является наиболее активной частью заполнителя, которая взаимодействуя с цементной матрицей, служит в качестве подложки для формирования контактных зон на границе раздела фаз;

- из-за своей развитой поверхности дисперсная арматура создает некий поверхностный потенциал и оказывает влияние на величину адгезии цементных зерен;

- дисперсная арматура при определенном объемном армировании образует пространственный каркас, тем самым формирует минимальную пустотность и сокращает расход вяжущего;

- за счет высокой степени дисперсности и непрерывного пространственного каркаса дисперсная арматура создает препятствие для возникновения и распространения трещин;

- тесное взаимодействие дисперсной арматуры с матрицей на границе раздела фаз обеспечивает высокое сцепление между компонентами.

Большинство ученых, занимавшихся дисперсно-армированными бетонами, сходятся во мнении, что ключевым фактором, определяющим свойства газозолобетона, является прочность сцепления дисперсной арматуры с матрицей.

Основной задачей при разработке составов и технологии газозолобетонов является оптимизация геометрических параметров, обеспечивающих надежное сцепление волокон с бетонной матрицей при допустимых нагрузках, повышение технологичности, снижение трудо- и энергоемкости операций по производству изделий и конструкций [5].

Основными проблемами остается:

- низкая степень насыщения матрицы композита волокнами такого типа, что препятствует дальнейшему улучшению физико-механических, деформативных и эксплуатационных характеристик дисперсно-армированного бетона;

- высокая стоимость и дефицит стального волокна малого диаметра, изготавливаемого при помощи резки низкоуглеродистой проволоки;

- необходимость перевооружения бетоносмесительных узлов предприятий сборного железобетона, вызванное недостаточной технологичностью проволочной фибры, которая проявляется в слеживаемости и отсутствии сыпучести.

Согласно литературным данным синтетических волокон в бетонную смесь не приводит к заметному повышению прочности композита на осевое растяжение, растяжение при изгибе и сжатие при действии статических нагрузений, так как бетон не может передать статические усилия на волокна, которые обладают более низким, по сравнению с бетоном, модулем упругости. Однако, несмотря на низкие значения упругих характеристик, по сравнению со стальными, полипропиленовые волокна по-прежнему представляют высокий интерес в плане их применения для дисперсного армирования.

## Литература

1. Сырьевая смесь и способ приготовления азрированного ячеистого бетона (патент)-№ 2274626, 20.04.2006 Тугарина А.О., Корчинов А.С.
2. Пат. 2209803 Российская Федерация, МПК7 С04В 38/10, В28С 5/00. Способ получения ячеистых строительных материалов / Карнаухов Ю.П., Кудяков А.И., Бельх С.А., Лебедева Т.А., Зиновьев А.А.; заявитель и патентообладатель Братский государственный технический университет. – №2002103455/03; заявл. 06.02.2002; опубл. 10.08.2003, Бюл. №22.
3. Косых А.В. Комплексные добавки в технологии изготовления газозолобетона / А.В. Косых, Д.Э. Маргарян, Ю.С. Гаврищук, Д.М. Заика //Труды Братского Государственного университета. Серия: естественные и инженерные науки Издательство: Братский государственный университет (Братск). – 2017. – с.146-150.
4. Пухаренко, Ю.В. Железобетонные изделия и конструкции: Научно-технический справочник/ Под ред. Ю.В. Пухаренко, Ю.М. Баженова, В.Т. Ерофеева. - СПб: НПО «Профессионал», 2013. - с. 1045.
5. Зотов, А.Н. Исследование прочностных свойств мелкозернистых бетонов с полипропиленовой фиброй для дорожного строительства/ Промышленное и гражданское строительство// 2015. №8. - с. 42-46.

УДК 691.327.33

## К вопросу повышения коэффициента конструктивного качества газозолобетонов

А.В. Косых, Ю.С. Гаврищук, Д.М. Заика

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** газозолобетон, газобетон, зола-унос, вызревание, вибровспучивание, коэффициент конструктивного качества, тиксотропия.

*Статья посвящена повышению эффективности газозолобетонов за счет использования вибрационных воздействий. В статье рассматриваются способы производства газозолобетона. Рассмотрены общие принципы производства газозолобетона методом вибровспучивания. Представлена краткая характеристика сырья, применяемого в научных исследованиях. Кратко приведены сравнительные данные существующих способов производства газозолобетона. На основании полученных данных выявлен наиболее эффективный способ производства газозолобетона.*

Газозолобетон относится к числу наиболее перспективных материалов для индустриального строительства. Газозолобетон – это ячеистый бетон, изготавливаемый из смеси портландцемента, золы-уноса ТЭЦ, алюминиевой пудры и воды. Как показывают ранее выполненные экспериментальные исследования, по физико-механическим и теплотехническим качествам газозолобетон не уступает другим видам ячеистых бетонов [1]. Детальное изучение технологии ячеистых бетонов показало, что в настоящее время основной объем газобетона в России производится по литевой технологии.

Однако данная технология имеет существенные недостатки: литевая технология отличается повышенной подвижностью за счет высокого водозатворения ( $V/T = 0,45 \dots 0,65$ ; текучесть по Суттарду 22-44 см), повышение  $V/T$  требует применение высокомарочных вяжущих и увеличение их расхода, увеличивает продолжительность цикла производства изделий; свежееотформованная масса имеет невысокую структурно-механическую прочность в процессе «вызревания», что препятствует созданию конвейерной линии производственного процесса.

Применяемая литевая технология производства ячеистых бетонов связана с необходимостью длительного выдерживания изделий в период вспучивания и

«вызревания». С момента заливки массы в формы и до срезки «горбушки» проходит в среднем от 4 до 6 часов. Все это значительно удлиняет производственный цикл и требует больших производственных площадей в цехе, где происходит «вызревание» изделий.

Это связано, прежде всего, с тем, что в основных процессах изготовления изделий из ячеистых бетонов – перемешивании сухих составляющих с водой, вспучивание массы и укладке ее в формы – не применялись или совершенно недостаточно применялись вибрационные воздействия. В первые, применение вибрационных воздействий в технологии изготовления ячеистых бетонов было предложено К.Э. Горяйновым, М.Г. Давидсоном, Е.Г. Григорьевым, В.А. Куприяновым [2].

Из этих работ следует, что организация высокоэффективного технологического процесса возможна при сочетании химического действия добавок поверхностно-активных веществ с механическими вибрационными воздействиями на стадиях производства газобетона.

Для совершенствования технологии газобетона и одновременного улучшения качества изделий предлагается применять так называемый метод вибровспучивания.

Сущность этого метода заключается в том, что газобетонная смесь с более низким водозатворением ( $В/Т = 0,3...0,4$ ; текучесть по Суттарду 9–12 см), и к которой добавлены поверхностно-активные вещества, подвергается кратковременному вибрированию. В смеси, подвергающейся вибрированию, ускоряется газовыделение- вспучивание заканчивается в течение 5-7 мин вместо 15-50 мин при литьевой технологии [3].

Под воздействием вибрации происходит тиксотропное разжижение газобетонной массы. Тиксотропией называется способность структурированных систем изменять свои реологические свойства под влиянием механических воздействий и восстанавливать их после прекращения воздействия. В технологии бетона это свойство широко используют для формирования изделий из малоподвижных и жестких смесей путем воздействия на них вибраций [4]. Тиксотропное разжижение, происходящее вследствие ослабления связей между частицами, позволяет уменьшить количество воды затворения на 25-30% без ухудшения удобоформируемости смеси.

Вязкость массы может легко регулироваться изменением исходного водосодержания совместно с интенсивностью вибрации. Оптимальные параметры вибрации определяются средней плотностью изделий: при средней плотности более 700 кг/м<sup>3</sup> амплитуда колебаний составляет 0,3–0,4 мм при частоте 45–50 Гц; при средней плотности менее 500 кг/м<sup>3</sup> амплитуда должна быть снижена до 0,2 мм, но частота увеличена до 100 Гц. Рекомендуется в начале процесса применять низкочастотную вибрацию с большой амплитудой, а при активном газовыделении – высокочастотные вибрации. Предпочтительней применять горизонтально направленную вибрацию, воздействие которой уменьшает вероятность вскипания массы при вспучивании, т.е. прорыва массы выделяющимися газами.

Вибротехнология газобетона по сравнению с литьевой имеет ряд преимуществ: резкий набор структурной прочности после прекращения вибрирования; сокращение периода вызревания до 40 мин; сокращение продолжительности автоклавной обработки за счет достаточно высокой начальной прочности и сохранения внутри массива перед автоклавированием температуры порядка 60–70 °С, возникающей в результате реакции газовыделения; коэффициент конструктивного качества, прочность и морозостойкость вибровспученного бетона больше обычных; усадочные деформации меньше за счет меньшего водосодержания.

Оценку прочностных и конструктивных качеств материала наиболее полно отражает коэффициент конструктивного качества  $K$ , служащий косвенной характеристикой технического уровня производства [3]:

$$K = R_{сж}/\rho_m^2, \quad (1)$$

где  $R_{сж}$  – прочность, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_m$  – средняя плотность, т/м<sup>3</sup>.

Отправной базой для проведения экспериментов были разработки, проведенные М.И. Хигеровичем, А.П. Меркиным, М.Г. Дэвидсоном и др.

В качестве исходных материалов применялись портландцемент ЦЕМ I 42,5Н, зола-унос ТЭЦ-6 ТИиТС с удельной поверхностью 3900-4300 см<sup>2</sup>/г, пудра алюминиевая ПАП-1, соответствующая ГОСТ 5494-95, гипс, соответствующий техническим требованиям ТУ 21-31-62-89, изготовленный ОАО «Гипсобетон», в качестве воздухововлекающей добавки применялось сырое сульфатное мыло (ССМ) (ТУ 13-0281078-28-118-88) – промежуточный продукт производства целлюлозы.

Технология подготовки и перемешивания компонентов не отличалась от обычно принятой в производстве ячеистых бетонов. Опыты по вибровспучиванию проводились на стандартной лабораторной виброплощадке Кузнецова-Десова.

Опыты показали, что при изготовлении газозолобетонных блоков методом вибровспучивания должны быть соблюдены следующие параметры производства:

– скорость газовыделения зависит от продолжительности вибровспучивания и в значительной мере от температуры раствора на момент заливки в форму. В ходе экспериментов установлено, что при изготовлении газозолобетона температура раствора должна составлять 47-52 °С, при этом температура воды затворения должна быть равна 53-57 °С. Если температура помещения и форм ниже 20 °С, то раствор выдерживается в форме до начала вибрации 2-3 мин.;

– на получение газозолобетона с заданными физико-механическими свойствами влияют параметры вибровспучивания. При маленькой амплитуде колебаний наблюдалась недостаточная степень разжижения в центральной части образцов, что приводит к различной пористости в центральной и периферийных зонах образца. При большой амплитуде возможно выплескивание раствора и прорыв газов у стенок формы, также увеличение амплитуды колебаний характеризуется расслоением и оседанием массы;

– процесс газовыделения при вибрировании идет интенсивно, время вибровспучивания можно ограничить до 80-100 сек., при этом температура в массе может достигать до 60-65 °С;

– относительно низкое В/Т отношение раствора, высокая температура массы, интенсивность процесса газообразования, позволяет обойтись без длительной выдержки для «вызревания».

Одновременно с изучением технологических параметров производства газозолобетона методом вибровспучивания была проведена проверка свойств получаемых образцов.

В таблице 1 приведены данные по определению средней плотности и прочности газозолобетона, изготовленного обычным способом и способом вибровспучивания.

Таблица 1

Средняя плотность и прочность газозолобетона  
при изготовлении литьевым способом и способом вибровспучивания

Способ вспучивания	Средняя плотность $\rho_m$ , кг/м <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, МПа	Коэффициент конструктивного качества $K$
Обычный (литьевой)	720	4,8	6,10
Вибровспучиванием	700	5,3	8,70
Обычный (литьевой)	570	3,7	4,60
Вибровспучиванием	552	4,4	6,30

Согласно таблице 1, коэффициент конструктивного качества вибровспученного газозолобетона в среднем на 15-20% выше, чем у изготовленных обычным способом. Проведенные эксперименты позволяют считать, что вибровспученный газозолобетон отличается от обычного газозолобетона:

- низкое В/Т отношение;
- ускоренный процесс газовыделения;
- увеличение структурной прочности массы (по окончанию вибрирования);
- вибровспученные образцы отличаются относительно повышенной прочностью.

### Литература

1. Косых А.В., Серышева Е.П. К вопросу повышения коэффициента качества газобетонов / Молодая мысль: наука, технологии, инновации: материалы VIII (XIV) Всероссийской научно-технической конференции. – Братск: Изд-во БрГУ, 2016. – с. 75 -78.
2. Хигерович, М.И. Изготовление ячеистых бетонов методом вибровспучивания: статья/ А.П. Меркин, З.М. Мратусевич. – Промстройиздат, М., 1959 г.
3. Технология изоляционных строительных материалов и изделий: учебное пособие/ А.В. Косых, Н.А. Лохова. – Братск: БрГУ, 2014. – 246 с.
4. Баженов, Ю.М. Технология бетона: учебник. -М.: Изд-во АСВ, 2002-500 с. с иллюстрациями.

УДК 691.421

## **Особенности использования сырья с повышенным содержанием карбонатов для изготовления керамических изделий**

И.А. Макарова, Н.А. Каминский, К.Ю. Бочкарева

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** карбонатные примеси, глины, керамические изделия, фазовый состав, добавки.

*В статье рассматривается влияние карбонатных примесей, содержащихся в глинистом сырье и добавках на свойства керамических изделий. Для ликвидации отрицательного влияния карбонатных примесей, содержащихся в глинистом сырье, рассмотрены различные технологические приемы, в частности, дополнительный помол, погружение изделий в воду после обжига, введение хлористых солей, предварительный низкотемпературный обжиг кусковой лессовой породы с последующей связкой и водотепловой обработкой, обжиг в восстановительной среде. Приведены сведения о фазовом составе спеков из сырья с повышенным содержанием карбонатов. Дополнительно представлена информация о возможности регулирования физико-механических свойств керамических изделий за счет различных добавок, в том числе карбонатсодержащих.*

Карбонатные примеси оказывают существенное влияние на процессы структурообразования керамических материалов. В глинистых породах эти примеси в тонкодисперсном равномерно распределенном состоянии не вредны и могут содержаться в количестве 15-25%. Карбонаты в виде каменистых плотных включений оказывают негативное влияние на свойства готового материала вследствие увеличения объема продуктов обжига при гидратации [1,2,3]. По размеру и процентному содержанию включения должны соответствовать отраслевому стандарту ОСТ 21-78-88. При наличии карбонатных примесей в количестве, превышающем норматив, или размером более 3 мм, пригодность породы определяется по результатам полузаводских испытаний. Поэтому для ликвидации или уменьшения вредного воздействия карбонатных включений на качество готовых изделий применяют различные способы, такие как: помол сырья, погружение изделия в воду после обжига, введение в шихту NaCl или CaCl<sub>2</sub>, обжиг в восстановительно-окислительной среде.

География использования закарбонизованного сырья для изготовления стеновых керамических материалов достаточно обширна (Иркутская область, Казахстан, Узбекистан, Новосибирская область, Краснодар и др.).

Авторы статьи [1] указывают на то, что большинство кирпичных предприятий Казахстана, выпускают продукцию, используя в качестве основного сырья лессовые породы. Такие породы состоят в основном из тонкодисперсных кальцита и доломита, не обладают достаточными формовочными и другими технологическими свойствами, необходимыми для изготовления качественных изделий по традиционной технологии с использованием метода пластического формования. Выпускаемый кирпич характеризуется невысокой прочностью, свилеватой структурой и низкой атмосферостойкостью. Присутствие кальцита и доломита в лессовой породе позволяет получить строительную керамику по способу, состоящему в низкотемпературном обжиге кусковой лессовой породы, смешивании измельченного лессового шамота со связкой, полусухом прессовании изделий с их последующей водотепловой обработкой под давлением. Низкотемпературный обжиг породы при температуре 850°C, позволяет получить в ее составе гидравлически активные кальциевые соединения, которые в гидротермальных условиях связывают структуру изделия в прочный конгломерат. Таким способом, можно существенно повысить качество изделий, прочность и атмосферостойкость, снизить их плотность. При этом средняя плотность изделий из данного сырья соответствует 1500-1550 кг/м<sup>3</sup>.

Детальный анализ фазового состава новообразований в обожженном керамическом черепке представлен в статье [2]. Для проведения исследований использовались три типичных пробы глинистого сырья с повышенным содержанием карбонатов: даугелейская глина (Литва), ветлосьянская глина (Коми) и сочинский сланец (Краснодарский край). По химическому составу даугелейская глина отличается большим содержанием CaO + MgO (13,85 + 15,99%). Глина неоднородна по структуре, содержит линзы и прослои песчано-алевритового материала. Ветлосьянская глина содержит 9% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 14% CaO и 0,52% MgO. По гранулометрическому составу глина сильно алевролитовая. Исследуемая порода сочинского месторождения представляет собой глинисто-карбонатный сланец, содержащий 10,41% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 15% CaO и 1,22% MgO. Образцы из ветлосьянской глины измельчали и обжигали при температуре 950-1100°C. Фазовый состав спеков исследовался с использованием рентгеновской дифрактометрии и микроскопии. Результаты исследования показали, что в черепке присутствует анортит – CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·2SiO<sub>2</sub> и геленит - 2CaO·Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>·SiO<sub>2</sub>. Микрхимической реакцией Уайта установлено наличие несвязанного CaO в продуктах обжига (1050°C). Для усиления процесса кристаллизации и облегчения диагностики фазового состава проводился повторный обжиг образцов (1100°C). После повторного обжига был зафиксирован двухкальциевый силикат в β-модификации – β-2CaO·SiO<sub>2</sub>. В продуктах обжига сочинского сланца (1100°C) и даугелейской глины (950°C) фиксируется наличие несвязанного CaO. В спеках имеется анортит и диопсид - CaO·MgO·2SiO<sub>2</sub>. После повторного обжига образца (1200°C) под микроскопом можно наблюдать мелкие игольчатые кристаллы анортита. Авторы данного исследования предполагают, что сложные трехкомпонентные фазы типа геленита, анортита или диопсида формируются при реакциях, в которых участвуют только два твердых бинарных соединения. Одним из двух бинарных соединений является двухкальциевый силикат в форме β-модификации. Таким образом, для ускорения связывания оксида кальция в какие-либо стабильные соединения нужно ориентироваться на интенсификацию реакции синтеза β-2CaO·SiO<sub>2</sub>.

В исследовании, представленном в работе [4], проанализированы реакции между карбонатом кальция и глиной в присутствии неорганических солей при температурах ниже 950-1000°C. Результаты этих опытов позволили заключить, что в присутствии расплавов щелочных солей карбонат кальция реагирует с глиной до начала разложения, уже при температурах ниже 900°C. Наибольшей реакционной способностью при такой температуре обладает наиболее тонкодисперсная пластичная огнеупорная глина; меньшей реакционной

способностью отличаются иллитовые и монтмориллонитовые глины, а наименьшей – каолинитовые глины. В то же время автор предполагает, что при более или менее одинаковом минералогическом составе глин наблюдаемое различие в их реакционной способности вызывается, очевидно, различной их дисперсностью.

В работах [5] исследовано влияние парогазовой среды обжига на формирование керамического тела многокарбонатных глин. Лабораторно-технологическими опытами установлено, что оптимальным является восстановительно-окислительный обжиг при температуре 750-900°C, с повышенным содержанием пара. Как утверждает автор, в этих условиях образуется максимальное количество стабильных фаз и на 20-40% увеличивается механическая прочность образцов, на 40-80% морозостойкость, а также максимально уменьшается отрицательное влияние карбонатных примесей. В производственных условиях создание восстановительной среды возможно путем сокращения доступа воздуха в зоне максимальных температур (оптимальное содержание  $H_2$  и  $CO$  – 4...6%) и подача насыщенного пара через комбинирование форсунки в количестве 0,25 т/г в стадии восстановительного обжига.

Авторами работы [6] было исследовано влияние карбонатного шлама на фазовые превращения при обжиге керамического кирпича. В качестве основного глинистого сырья использовалась глина Образцовского месторождения Самарской области, которая характеризуется как среднедисперсная, преимущественно с низким содержанием мелких и средних включений, представленных кварцем, железистыми минералами, гипсом и карбонатными включениями. Основным порообразующим минералом глины является бейделлит, среднее содержание его составляет до 80%. Бейделлит относится к минералам группы монтмориллонита. В качестве отощителя использовался золошлаковый материал, а в качестве кальцийсодержащего компонента – карбонатный шлам, получаемый при водоочистке питьевой воды. Рассмотрено три варианта шихт: первый – глина 100%; второй – глина 70% и золошлаковый материал 30%; третий – глина 60%, золошлаковый материал 30% и карбонатный шлам 10%. Керамический материал формовался пластическим методом при влажности шихты 18-22%. Высушенные изделия обжигались при температуре 1000°C. По результатам испытаний установлено, что лучшими физико-механическими характеристиками обладает материал, приготовленный из третьей шихты. При этом изделия характеризуются пониженной усадкой (5,5%) и водопоглощением (10,8%), соответствуют марки 200 и отвечают требованиям по морозостойкости налицевую продукцию. Данные рентгенографического анализа показали, что использование в качестве добавок золошлакового материала и карбонатного шлама способствует образованию муллита и анортита.

Авторами статьи [7,8] исследована возможность получения фасадных облицовочных плиток на основе кислых, полиминеральных, неспекающихся глин, содержащих значительное количество кварца и кальцита. Обжиг изготовленных образцов осуществлялся при температуре 1060°C. После обжига образцы имели низкую прочность на изгиб и высокое водопоглощение, что объясняется наличием в составе глин минералы группы монтмориллонита, а также значительного количества кварца, переходящего в процессе обжига в кристобалит, который вызывает образование «рыхлой» структуры. С целью интенсификации образования кристаллической структуры в керамическом материале, была опробована добавка  $CaO$ , вводимая с мелом Белгородского месторождения. Рентгеноструктурный анализ образцов из масс с добавками мела показал, что в них синтезируются анортит, кварц и волластонит. Установлено, что добавка мела, играет роль минерализатора. При этом обогащение шихты  $CaO$  способствует интенсивному образованию анортита и волластонита при обжиге плиток, что приводит к улучшению физико-механических свойств облицовочных и фасадных плиток. Такие плитки из полиминеральных глин с добавками мела, отвечают требованиям ГОСТ 13996-93, имеют высокую морозостойкость (более 40 циклов) при водопоглощении 9-10%.

Таблица 1

Физико-механические свойства керамических образцов с добавками

№ п/п	Состав шихт	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, МПа	Водопоглощение, мас. %	Коэффициент размягчения	Коэффициент конструктивного качества,	Потери по прочности после	Потери по массе после испытания на морозостойкость
1	Суглинок + 3 % УФ	1710	31,6	21,6	1,02	18,5	31,2	-1,58
2	Суглинок + 3% СБ	1750	37,1	18,7	0,9	21,2	2,2	7,87
3	Суглинок + 1,5 % СБ + 1,5 % УФ	1760	33,2	19,2	0,91	18,7	24,5	3,79
4	Суглинок + 2,5 % СБ + 2,5 % УФ	1740	37,4	15,7	0,94	21,5	14,4	0,23
5	Суглинок + 3,5 % СБ + 3,5 % УФ	1700	37,3	14,5	0,86	21,9	13,8	-0,2

Примечание. Количество наблюдаемых циклов при испытании на морозостойкость соответствует 50.

Для повышения морозостойкости керамического кирпича из глинистого сырья Анзетинского месторождения с повышенным содержанием карбонатов рекомендуется использовать минеральные и органоминеральные добавки [9]. В качестве добавок апробированы стеклобой (СБ), в том числе в сочетании с угольной футеровкой (УФ). Результаты испытаний экспериментальных образцов представлены в таблице.

Установлено, что наименьшие потери по прочности после испытаний на морозостойкость достигаются при использовании в качестве минеральной добавки стеклобой (состав №2). Однако при этом зафиксированы повышенные значения потери по массе. Применение стеклобой в сочетании с угольной футеровкой способствует снижению потерь по массе после испытаний на морозостойкость (менее 5%). Следует, отметить, что при этом потери по прочности составляют менее 25%.

### Литература

1. Балакирев А.А. Перспективы рационального использования лессовых пород в технологии строительной керамики / А.А. Балакирев, В.С. Зубков // Тезисы докладов XIV Всесоюзного совещания «Глинистые минералы и породы, их использование в народном хозяйстве»: Серия состав и свойства глинистых минералов и пород – Новосибирск, 1988. – С. 24.
2. Чекмасов С.В. Кальций – и магнийсодержащие фазы в изделиях строительной керамики на основе карбонатных глин / С.В. Чекмасов // Сборник трудов ВНИИСТРОМа. Выпуск 33 (61), М, 1975. – С. 140.
3. Кара-Сал Б.К., Хуурак Э.М. Влияние карбонатных составляющих глинистых пород на свойства керамических изделий / Б.К. Кара-Сал, Э.М. Хуурак // Строительные материалы. Строительно-монтажные работы. – 2018/ – №3. – С. 34 – 39.
4. Karsch K. Ziegelindustrie. Реакции глинистых окислов с карбонатом кальция и щелочами при температурах ниже 950° // С.К. Karsch – ФРГ – 1961. – 8. – С. 221 – 225.
5. Мато Ирена. Диссертация на соискание степени. Исследование образования керамического тела из многокарбонатных гидрослюдистых глин в зависимости от парогазовой среды. – Вильнюс, 1974. – С. 145.
6. Бородин А.Н. Влияние карбонатного шлама на фазовые превращения при обжиге керамического кирпича. / А.Н. Бородин, Д.Ю. Денисов, Е.С. Абдрахимов и др. // Известия вузов. – 2007. – № 1. – С. 50 – 53.
7. Мороз Б.И. Влияние мела на образование кристаллических фаз из глинистых минералов и полиминеральных глин / Стекло и керамика. – 1978. – №4. – С. 23 – 25.
8. Матятин Л.А. Пустотелый кирпич из глиняных сланцев с повышенным содержанием карбонатных включений / Л.А. Матятин, В. Н. Бурмистров, О. А. Чернова // Строительные материалы. – 1974. – №8.

9. Макарова И.А. Керамический кирпич повышенной морозостойкости с органоминеральными добавками. / И.А. Макарова, Н.А. Каминский, К.Ю. Бочкарева, А.А. Усольцева. // Молодая мысль: наука, технологии, инновации: материалы X(XVI) Всероссийской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых. – Братск: Изд-во БрГУ, 2018. - С.54-56.

УДК 691.322

## **Особенности технологии изготовления пористого заполнителя на основе микрокремнезема и жидкого стекла**

И.А. Макарова, А.А. Подольский, А.Г. Симакова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** пыль газоочистки производства ферросплавов, зола-унос, жидкое стекло, поверхностно-активное вещество, пористый заполнитель.

*Использование отходов промышленности позволяет расширить сырьевую базу для производства новых строительных материалов, а именно особо легких пористых заполнителей и позволяет решить экологические проблемы путем утилизации отходов. Сырьевая масса готовится путем затворения сухих дисперсных компонентов (пыль газоочистки производства ферросплавов и зола-унос) модифицированным жидким натриевым стеклом. Ввод ПАВ (кислот жирных талловых омыленных) предусмотрен для снижения вязкости связующего, предотвращения флокуляционного и коагуляционного слипания частиц, равномерного обволакивания зерен заполнителя связкой и придания им геометрической однородности. Полученный особо пористый заполнитель характеризуется средней плотностью  $0,43 \text{ г/см}^3$ , (прогнозируемой насыпной плотностью  $240 \text{ кг/м}^3$ ); коэффициентом вспучивания 2.5; водопоглощением 32 мас.% в течение суток. Данный заполнитель рекомендуется производить для нужд Приангарья, а сырьевые гранулы для изготовления стеклопора можно поставлять в любой регион России.*

Введение новых, более жестких нормативов по энергосбережению при эксплуатации строительных объектов вызывает необходимость радикального пересмотра принципов проектирования и строительства зданий, так как применение традиционных для России строительных материалов не всегда удовлетворяет современным требованиям строительства по плотности, и прочности, простоте изготовления, экологичности и стоимости.

Во многих регионах России, в том числе в Братске, с высокой концентрацией промышленных предприятий, имеется значительное количество минеральных и органических отходов. Использование отходов промышленности позволяет расширить сырьевую базу для производства новых строительных материалов, а также решить экологические проблемы путем утилизации отходов.

Наиболее перспективными могут быть зернистые пористые материалы, получаемые на основе микрокремнезема – отхода цеха производства кристаллического кремния ООО «Братский завод ферросплавов» (БЗФ), выход которого составляет порядка 12 тыс. т/год.

В БрГУ разработаны составы сырьевых смесей для изготовления пористого заполнителя на основе микрокремнезема [1,2]. Переход на рукавные фильтры в системе газоочистки отходящих газов привел к изменению химического и гранулометрического состава микрокремнезема. В дальнейших исследованиях этот отход именуется как пыль газоочистки производства ферросплавов (ППФ) [3].

Согласно технологии, разработанной под руководством Лоховой Н.А., сырьевая масса готовится путем затворения сухих дисперсных компонентов (ППФ и зола-унос)

модифицированным жидким натриевым стеклом. Последнее готовится путем смешивания жидкого натриевого стекла промышленного изготовления (модуль 2,7) с водным раствором ПАВ. Ввод ПАВ предусмотрен для снижения вязкости связующего, предотвращения флокуляционного и коагуляционного слипания частиц, равномерного обволакивания зерен заполнителя связкой и придания им геометрической однородности. В качестве ПАВ рекомендуется использовать кислоты жирные талловые омыленные (КЖТО) [4]. Для регулирования содержания  $R_2O$ , в смеси используется водный раствор NaOH. Таким образом, в приведенных исследованиях в состав основной сырьевой смеси входят следующие компоненты, в мас. %: ПППФ; зола-унос; жидкое стекло; водный раствор щелочи КЖТО. Расход воды принят сверх основной шихты. В лабораторных условиях исходный гранулят получен пластическим способом путем накатывания отдельных шарообразных сырцовых гранул массой 0,7г., которые подвергались испытаниям в соответствии с требованиями действующих стандартов.

Для оптимизации рецептуры и температуры термообработки использовался метод математического планирования эксперимента. В качестве факторов варьирования (табл. 1) рассмотрены содержание золы-унос (% от массы ПППФ) и температура термообработки стеклопоро –  $X_2$  ( $^{\circ}C$ ). Математическая обработка проводилась по программе «Model» с использованием метода наименьших квадратов в соответствии с математическим планом (табл. 2). Проверка значимости коэффициентов проводилась по критерию Стьюдента с доверительной вероятностью 0,95. Для проверки адекватности уравнений регрессии экспериментальным данным применялась стандартная методика.

Откликами эксперимента являлись средняя плотность, водопоглощение по массе, коэффициент вспучивания. Усредненные для каждого состава данные об откликах эксперимента представлены в таблице 3. Диаметр сырцовых гранул соответствует 10мм.

Таблица 1

Уровни и факторы варьирования

Уровень варьирования	Кодированное значение	Содержание золы-унос, мас.%	Температура обжига, $^{\circ}C$
Нижний ( $X_{i \min}$ )	-1	5	300
Средний ( $X_{i 0}$ )	0	10	350
Верхний ( $X_{i \max}$ )	+1	15	400
Интервал варьирования	-	5	50

Таблица 2

План эксперимента в кодированных и натуральных значениях

№ опыта	Кодированные значения		Натуральные значения	
	$x_1$	$x_2$	$X_1, \%$	$X_2, ^{\circ}C$
1	+1	+1	15	400
2	-1	+1	5	400
3	+1	-1	15	300
4	-1	-1	5	300
5	0	+1	10	400
6	0	-1	10	300
7	0	0	10	350
8	-1	0	5	350
9	+1	0	15	350

В результате обработки экспериментальных данных получены следующие уравнения регрессии свойств стеклопора при диаметре сырцовых гранул при диаметре сырцовых гранул 10 мм для кодированных значений переменных:

1) средняя плотность ( $\rho_m$ ):

$$Y_1 = 0,784 + 0,083X_1 + 0,1083X_2 - 0,0166X_1^2 + 0,0283X_2^2 - 0,09X_1X_2;$$

2) коэффициент вспучивания ( $K_{всп}$ ):

$$Y_2 = 2,036 - 0,3266X_1 - 0,3216X_2 + 0,06X_1^2 - 0,015X_2^2 + 0,2375X_1X_2;$$

3) водопоглощение по массе ( $B_m$ ):

$$Y_3 = 25,55 - 1,363X_1 - 0,153X_2 + 1,663X_1^2 - 13,786X_2^2 - 4,545X_1X_2.$$

При подстановке кодированных переменных в многофакторные уравнения регрессии, получены однофакторные зависимости результативных показателей от каждого из рассматриваемых факторов в отдельности.

Однофакторные уравнения регрессии использованы для построения соответствующих графических зависимостей (рис. 1 - 3), позволяющих качественно и количественно оценить влияние каждого из исследуемых факторов на параметры оптимизации.

Таблица 3

Отклики эксперимента

№	Количество золы-унос, %	Температура обжига, °С	Свойства стеклопора при диаметре сырца 10 мм		
			$Y_1$ $\rho_m$ , г/см <sup>3</sup>	$Y_2$ $K_{всп}$	$Y_3$ $B_m$ , мас.%
1	15	400	0,49	2,77	84,3
2	5	400	0,54	1,96	21,81
3	15	300	0,39	3,54	63,9
4	5	300	0,43	2,46	31,82
5	10	400	0,43	3,27	64,38
6	10	300	0,46	2,96	52,11
7	10	350	0,50	2,37	96,72
8	5	350	0,48	2,31	20,69
9	15	350	0,47	2,48	75,0

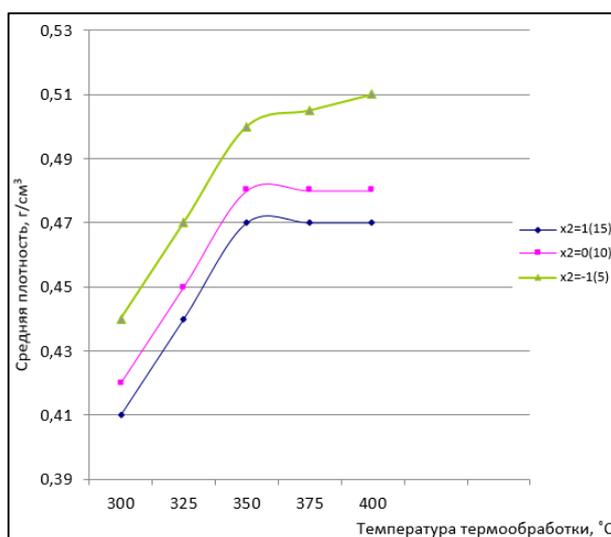


Рис. 1. Зависимость средней плотности стеклопора от количества золы-унос и температуры термообработки

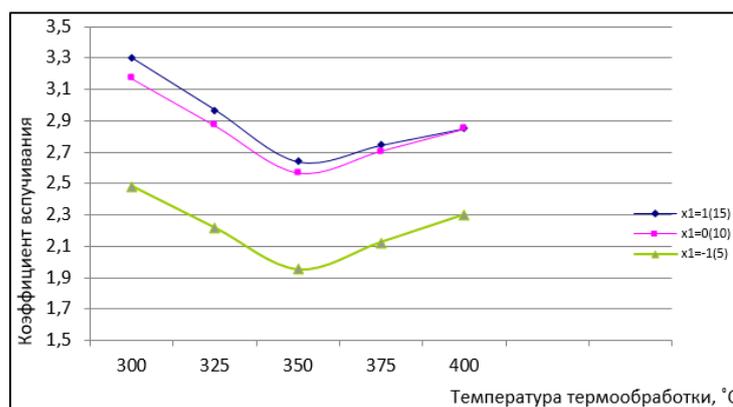


Рис. 2. Зависимость коэффициента вспучивания стеклопора от количества золы-уноса и температуры термообработки

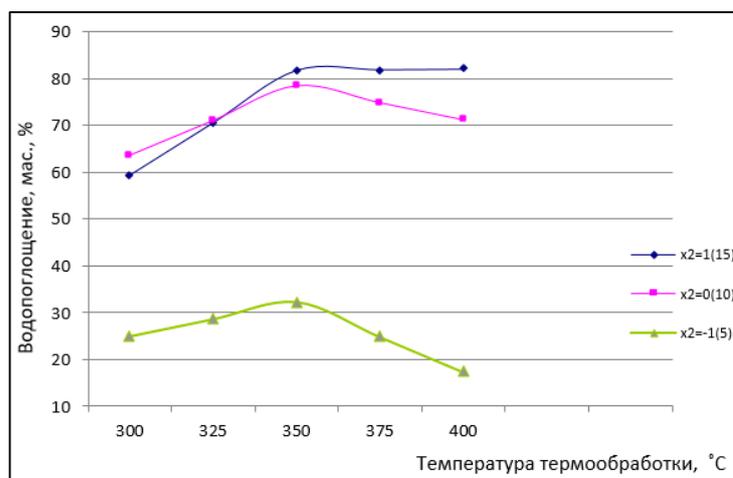


Рис. 3. Зависимость водопоглощения стеклопора от количества золы-уноса и температуры термообработки

Установлено, что с ростом расхода золы-уноса от 5 до 10% средняя плотность гранул стеклопора понижается. Наибольший коэффициент вспучивания (3,3) и наименьшую среднюю плотность ( $0,41 \text{ г/см}^3$ ) имеет материал с расходом золы-уноса 15 % при температуре обжига  $300^\circ\text{C}$ . Выявлено, что расход добавки золы-уноса и температура обжига гранул существенно влияют на показатель водопоглощения стеклопора. Установлено, что с ростом расхода добавки от 5 до 15 % водопоглощение возрастает. Наиболее ярко эта тенденция проявляется при  $350^\circ\text{C}$ . С ростом добавки от 5 до 15 % водопоглощение увеличивается в 4 раза (от 20 до 80 %) соответственно (рис 3).

Сравнительный анализ полученных данных свидетельствует о том, что рациональная температура обжига гранулята -  $300^\circ\text{C}$  при расходе добавки золы-уноса 5%. При этом наполнитель характеризуется средней плотностью  $0,43 \text{ г/см}^3$ , (прогнозируемая насыпная плотность  $240 \text{ кг/м}^3$ ); коэффициентом вспучивания 2,5; водопоглощением 32 мас.% в течение суток. Состав сырьевой смеси для изготовления стеклопора включает, в мас. %: пыль газоочистки производства ферросплавов – 9 мас.%; зола-уноса – 0,5 мас.%; жидкое натриевое стекло (модуль 2,7) – 22,5 мас.%; жидкий раствор щелочи (концентрация 51%) – 45 мас.%; вода – 22,5 мас. %; КЖТО – 0,5 мас. %.

Таким образом, направленное регулирование структуры наполнителя путем введения добавки золы-уноса и поверхностно-активного вещества (КЖТО) позволило получить стеклопор на основе ПППФ и щелочесодержащей жидкости затворения (смеси жидкого стекла и водного раствора NaOH) при пониженной температуре обжига  $300^\circ\text{C}$ . Вспученный особо легкий искусственный наполнитель – стеклопор рекомендуется производить для нужд Приангарья, а сырьевые гранулы для изготовления стеклопора можно поставлять в любой регион России.

## Литература

1. Лохова, Н.А. Обжиговые материалы на основе микрокремнезема. / Н.А. Лохова, И.А. Макарова, С.В. Патраманская. – Братск: БрГТУ, 2002. - 163 с.: ил.
2. Патент РФ № 2214977. Сырьевая смесь и способы производства легкого заполнителя/ Описание изобретения к патенту 704В18-04,14 / 04 // Н.А. Лохова, С.В. Патраманская; разработанного в БрГУ, введ. 2001-07-18. – Б.: 2001. - 4 с.
3. Макарова И.А. Разработка способа упрочнения керамического материала с органоминеральной добавкой. / И.А. Макарова, С.И. Дерунов, Ю.А. Тимофеев. // Молодая мысль: наука, технологии, инновации: материалы IX(XV) Всероссийской научно-технической конференции. – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. С.90-95.
4. Лохова, Н.А. Морозостойкие строительные керамические материалы и изделия на основе кремнеземистого сырья: монография/ Н.А. Лохова. –Братск: БрГУ, 2009. – 268 с.

УДК 624.012.45

## Капитальный ремонт в жилых многоквартирных домах на завершающем этапе жизненного цикла

Я.В. Казанкина

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** долговечность, капитальный ремонт, жизненный цикл здания, физический и моральный износ, срок годности конструкций и элементов.

*В статье рассмотрены задачи работы по формированию инструкции для проведения капитального ремонта в жилых многоквартирных домах на завершающем этапе жизненного цикла в целях увеличения срока эксплуатации строительного объекта. Значение физического и морального износа, их угрозы во время эксплуатации здания или сооружения. Экспертиза жилых многоквартирных домов – определение срока годности их конструкций и элементов. Разработка методики оценки состояния здания на завершающем этапе жизненного цикла.*

Жилищная сфера деятельности, представляя один из важных подразделений экономики, включает в свой состав богатый социально-экономический резерв страны. Значимость жилищной сферы многогранна. Так, техническое состояние жилых объектов и связанной с ними коммунальной инфраструктуры, уровень их фактической эксплуатационной надежности определяют нормальную и безопасную жизнедеятельность любого города [1]. Жилые дома и общественные здания на различных этапах их жизненного цикла представляют собой проектируемый, незавершенный или завершенный объект строительства (проектирование и строительство) и среду обитания (эксплуатация), характеризующуюся комплексом потребительских характеристик.

Наиболее распространенное определение жизненного цикла здания или сооружения представлено в федеральном законе "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" (N 384-ФЗ от 30.12.2009): период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения [2].

Жизненный цикл строительного объекта состоит из 11 основных этапов (по видению Минстроя России жизненного цикла объекта строительства) [3]:

1. техническое задание;
2. эскизный проект;
3. проект;

4. анализ;
5. рабочая документация;
6. производство;
7. логистика;
8. монтаж;
9. эксплуатация;
10. ремонт;
11. демонтаж.

Каждый этап жизненного цикла объекта строительства является значимым и, к сожалению, на каждом этапе есть свои нерешенные инженерные задачи. В строительной сфере деятельности существует проблема, с которой на завершающем этапе своей эксплуатации столкнется любое здание или сооружение – как долго его можно будет использовать человеку для безопасной жизнедеятельности и как продлить жизненный цикл здания или сооружения.

В целях научного исследования рассмотрена серия многоквартирных жилых домов в городе Братске, которая в скором времени попадет под «программу» капитального ремонта, являющейся главным стратегическим решением проблемы в жилищной сфере деятельности. Суть капитального ремонта многоквартирных домов заключается в проведении следующих мероприятий: замене, модернизации, реконструкции или восстановлении отдельных частей или полностью изношенных конструкций и инженерно-технического оборудования зданий и сооружений в связи с их физическим износом и разрушением, а также в устранении, в необходимых случаях, последствий морального износа конструкций и проведение работ по повышению уровня благоустройства. Схематически эта связь и одновременно специфика представлены на рис.1.

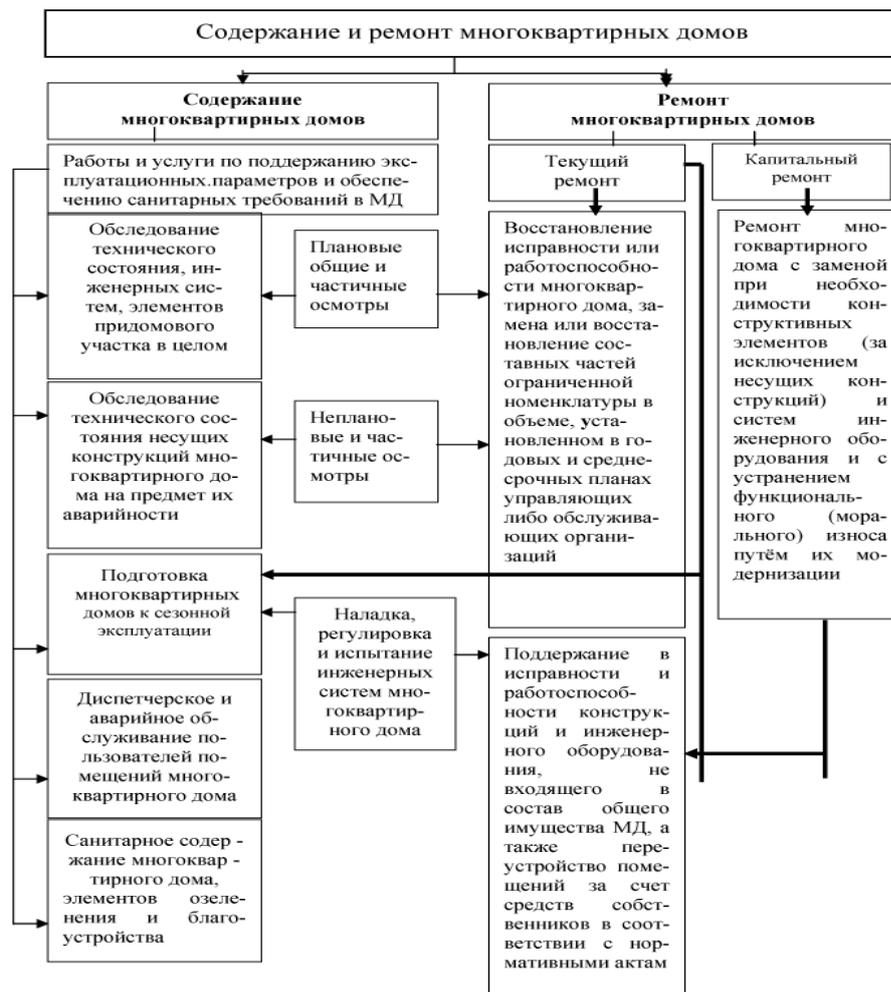


Рис 1. Содержание и ремонт многоквартирных домов

Большую часть жилищного фонда России представляют так называемые хрущёвки, с момента строительства которых уже прошло более 50 лет. На сегодняшний день они морально и физически устарели, не отвечают действующим нормам и имеют ряд конструктивных и объемно-планировочных недостатков. В результате проведения капитального ремонта сроки службы объектов не изменяются, но если капитальный ремонт по каким-либо причинам отложить на определенное время, то остаточная долговечность снизится и впоследствии будет необходимо затратить значительно больше средств для ее обеспечения. К примеру, если не устранены вовремя повреждения и дефекты кровли в здании, то происходит стремительное разрушение крыши, ухудшается состояние перекрытий, полов, снижается долговечность здания. Чтобы обеспечить нормативную долговечность и предотвратить разрушение строительных конструкций и элементов, необходимо проводить своевременный и требуемый по объему капитальный ремонт, в ходе которого можно будет максимально увеличить срок безопасной эксплуатации здания [4].

Учитывая особенности в технологии проведения мероприятий по капитальному ремонту и необходимости в модернизации и реконструкции, многоквартирные жилые дома разных годов строительства можно разделить на три группы:

1. Каменные здания, строительство которых состоялось до 1955 г., в том числе фонд исторических зон старых городов, которые имеют конструкции, элементы, системы инженерного оборудования и объемно-планировочные характеристики, значительно отличающиеся инженерными и технологическими решениями, но, как правило, единые в уровне заложенных при строительстве прочностных характеристиках основных несущих конструкций, и не прошедшие к настоящему времени реконструкцию и капитальный ремонт, которые характеризуются высоким физическим и моральным износом и требуют проведения комплексного капитального ремонта с модернизацией.

2. Полносборные панельные и кирпичные многоквартирные дома серий массового строительства, построенных в 1955–1970 гг. и характеризующиеся пониженным уровнем капитальности и изначально заложенными неудовлетворительными, с современных позиций, низкими потребительскими качествами, в том числе теплоизоляционными, не прошедшими за последние годы капитальный ремонт, которые также характеризуются значительным физическим и моральным износом, высокими расходами на содержание и ремонт, требующими проведения комплексного капитального ремонта с модернизацией, в том числе утепления ограждающих конструкций.

3. Каменные дома послевоенной застройки (со значительным остаточным сроком эксплуатации), в которых не были предусмотрены внутридомовые системы отопления, водоснабжения и канализации, которые подлежат модернизации с полным инженерным обустройством в соответствии с действующей нормативной документацией [5].

Как известно, в городе Братске активно осуществляется работа по переселению жильцов из ветхого жилья в новые жилые дома. Соответственно, проводятся мероприятия по сносу зданий, не пригодных для нормальных условий проживания, не смотря на то, что не у всех конструкций и элементов здания «истек срок годности». Для того чтобы отложить срок мероприятий по демонтажу зданий в целях продления и сохранения жизненного цикла объектов строительства и ресурсосбережения, следует провести ряд экспертиз многоквартирных жилых домов. Планируется разработка нормативного документа для проведения капитального ремонта в жилых многоквартирных домах. Для этого необходимо составить методику оценки состояния здания на завершающем этапе жизненного цикла. Данная методика состоит из следующих мероприятий:

- анализ документации на объект;
- визуальное обследование конструкций и элементов здания с физическим и моральным износом, сбор начальных данных с помощью замеров и фотофиксации;
- инструментальное обследование дефектов и степени физического и морального износа конструкций и элементов здания, испытания на нагрузку;

- обследование инженерных коммуникаций (теплосети и водоканалы), анализ их состояния по ряду параметров;
- определение срока годности конструкций и элементов здания;
- экономическая оценка;
- отчет об экспертизе исследуемого объекта;
- выводы, прогнозы и рекомендации.

#### Литература

1. Перов В. А. Современное состояние и содержание процессов ремонта объектов жилищного фонда // Евразийский международный научно-аналитический журнал «Проблемы современной экономики», Санкт-Петербург, 2010, №3 (35). – 21 с.
2. Федеральный закон "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" от 30.12.2009 N 384-ФЗ (последняя редакция). – 8 с.
3. Жизненный цикл здания и его связь с внедрением технологии BIM [Электронный ресурс] URL: <https://ardexpert.ru/article/8445> (дата обращения: 25.03.2019).
4. Люблинский В.А., Голубева Е.А., Гончарова Э.А. Массовая застройка 50-80 годов как одна из социально-экономических проблем // Труды Братского государственного университета: Сер. Естественные и инженерные науки: в 2 т. – Братск: Изд-во БрГУ, 2017. – Т. 2. – с.105-111.
5. Прокопишин А.П. Капитальный ремонт зданий. Том 2 — М.: Стройиздат, 1991 – 415 с.

УДК 624.131.37

### **Исследование прочностных характеристик глинистых грунтов на промплощадке БЛПК**

О.В. Куликов, Г.В. Бузин

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** лабораторные исследования грунтов, автоматизированная система испытаний АСИС, прочностные характеристики грунта, показатели физических свойств.

*Промплощадка БЛПК характеризуется сложными грунтовыми условиями: большое разнообразие грунтов разного состава, высокий уровень стояния подземных вод, утечки технических вод большой температуры и химически агрессивных жидкостей, большие нагрузки на грунты – всё это вызывает необходимость детального изучения физико-механических свойств для обеспечения нормальных условий эксплуатации крупных объектов БЛПК. Применение автоматизированной системы испытаний позволяет расширить диапазон исследований и количество испытываемых образцов. В работе рассматривается определение показателей угла внутреннего трения и удельного сцепления грунта при различных критериях разрушения образца в связи с изменением в действующих нормах. В качестве основной методики определение характеристики прочности проводились испытания на срез, при постоянной скорости деформирования образца. Исследования показали, что при определении прочностных характеристик глинистых грунтов, критерии действующих норм могут приводить к некорректной трактовке испытаний на срез.*

На кафедре «Строительных конструкций и технологий строительства» Братского Государственного университета, проводятся многолетние исследования механических свойств грунтов г. Братска. В данной работе рассматриваются результаты исследований механических свойств грунтов основания одного из крупных объектов строительства Братского лесопромышленного комплекса – цеха регенерации и каустизации извести (далее

ЦКРИ). Образцы грунта были взяты с глубины 2 метра на соответствующей глубине заложения фундаментов ЦКРИ.

Показатели физических свойств, приведённые в табл.1 установлены в соответствии с действующими нормами [1,2].

Критерии разрушения грунтов в действующих нормах неоднократно менялись. В ГОСТ 12248-96 [3] за критерий разрушения грунта приняты следующие условия: если при приложении очередной ступени касательной нагрузки происходит мгновенный срез (срыв) одной части образца по отношению к другой или общая деформация среза превысит 5 мм. В новых нормах ГОСТ 12248-2010 [4] условия изменились: если срезающая нагрузка достигнет максимального значения, после чего наблюдается некоторое ее снижение или установление постоянного значения, или относительная деформация образца превысит 10%. Нами проведены испытания глинистого грунта цеха ЦКРИ по указанным выше критериям. Результаты двух испытаний по ГОСТ 12248-96, где критерий разрушения 5 мм, представлены на рисунке 1.

Таблица 1

Показатели физических свойств образцов

Наименование характеристик	Количество о опр.	Значения показателей		
		мин	макс	норм
Природная влажность, %	2	24,76	26,39	25,58
Пределы пластичности, д.е.				
- влажность на границе текучести	2	30,22	33,52	31,87
- влажность на границе раскатывания	2	17,94	19,03	18,49
- число пластичности	2	12,28	14,49	13,39
Показатель текучести, д.е.	2	0,51	0,56	0,53
Плотность, г/см <sup>3</sup>				
- грунта	2	1,90	1,94	1,92
- сухого грунта	2	1,50	1,55	1,53
- частиц грунта	2	2,71	2,71	2,71
Пористость, %	2	42,62	44,53	43,58
Коэффициент пористости, д.е.	2	0,743	0,803	0,773
Коэффициент водонасыщения	2	0,89	0,90	0,90

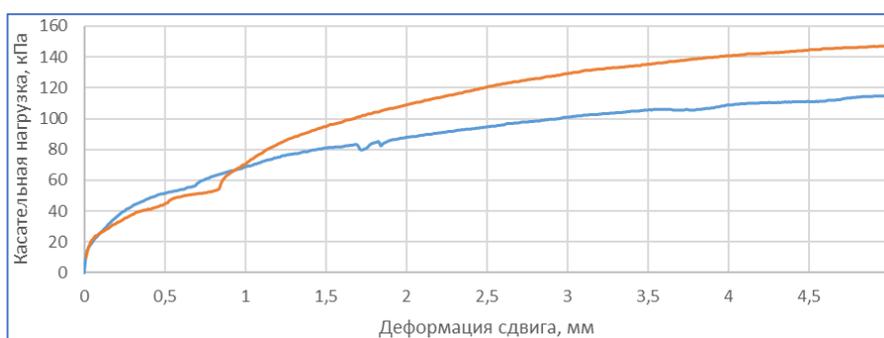


Рис. 1. График зависимости деформации сдвига от касательных напряжений, согласно ГОСТ 12248-96

Аналогичные испытания в соответствии с критериями действующих норм ГОСТ 12248-2010 [4] (за критерий разрушения принято деформация образца в 7 мм). Результаты данных испытаний (10% относительно деформации) представлены на рисунке 2.

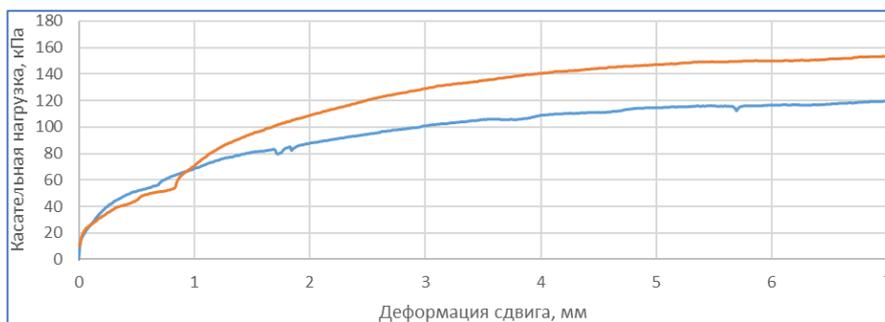


Рис. 2. График зависимости деформации сдвига от касательных напряжений, согласно ГОСТ 12248-2010

Анализ показывает (смотри рис. 2), что графики не выходят на асимптоту, то есть появилась необходимость оценки критерия разрушения грунта при большей предельной деформации. Нами установлен максимальный возможный по техническим условиям, для нашего оборудования АСИС, возможный сдвиг в 19 мм. Результаты показаны на рисунке 3.

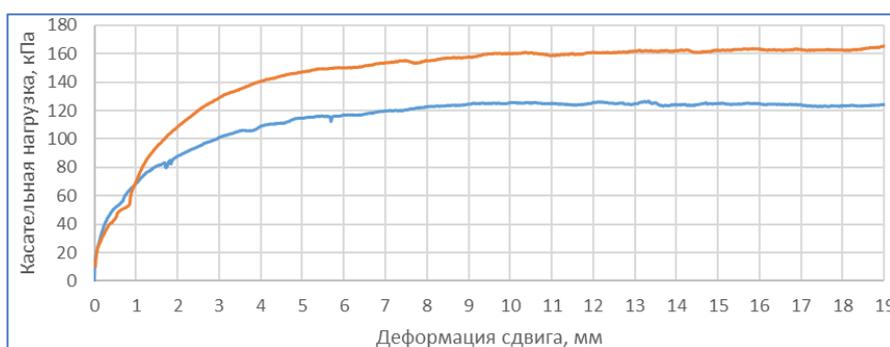


Рис. 3. Результаты испытания глинистого грунта при максимальном сдвиге 19 мм.

В ходе широкого комплекса испытаний установлены графики которые не выходят на асимптоту. На наш взгляд это связано с тем, что взятый образец глинистого грунта является продуктом разрушения алевролитов мамырской свиты, относящимся к цементированным осадочным породам и содержащие большое количество включений. Последние мешают сдвигу по поверхности разрушения. Так на рисунке 4 видны более светлые участки – это их разрушенный цемент, который по прочности выше глинистой составляющей.



Рис. 4. Поверхность среза образца глинистого грунта с включением цемента алевролита

Диаграмма сопротивления срезу при различных значениях предельных деформаций (5,7,19 мм) представлена на рисунке 5.

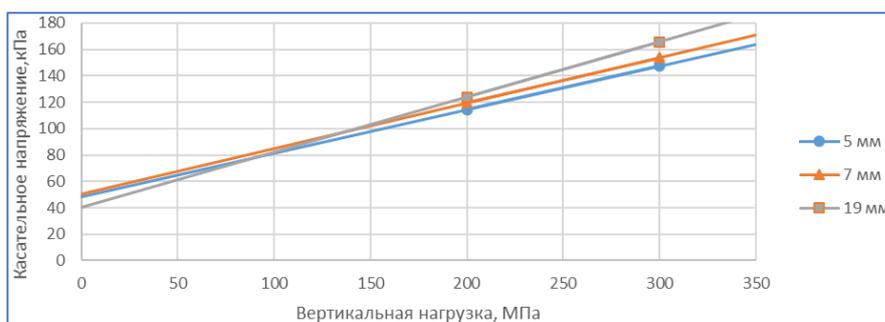


Рис. 5. Диаграмма сопротивления сдвигу глинистого грунта цеха ЦКРИ

Характеристики прочности грунта цеха ЦКРИ, установленные по диаграмме на рисунке 5 представлены в таблице 2.

Таблица 2

Сводная таблица результатов

Предельная деформация сдвига, мм	Угол внутреннего трения, град.	Сцепление грунта, кПа
5	18,96	50
7	19,7	52
19	24	40

Результаты таблицы 2 показывают, что характеристики прочности меняются на 20%. Таким образом, приведенные критерии прочности норм [3,4] не всегда корректны и приводят к различной оценке прочности. На наш взгляд следует увеличить предельные значения деформации сдвига свыше рекомендуемых нормами 10%, что приведёт к уточнению результатов.

### Литература

1. ГОСТ 5180-2015 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик. –М.:СТАНДАРТИНФОРМ,2015 – 23 с.
2. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. –М.:СТАНДАРТИНФОРМ,2011 – 42 с.
3. ГОСТ 12248-96. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. –М.:СТАНДАРТИНФОРМ,1996 – 104 с.
4. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и деформируемости. –М.:СТАНДАРТИНФОРМ,2013 -82 с.

УДК 624.012

## Анализ методов расчёта внецентренно сжатых железобетонных элементов

И.В. Дудина, С.А. Фирсов

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** внецентренное сжатие, железобетонные колонны, нелинейные свойства, диаграмма деформирования, напряженно-деформированное состояние, нелинейно-деформационная модель

*В статье приводятся наиболее целесообразные методы детерминированного расчёта для оценки напряжённо-деформированного состояния внецентренно сжатых железобетонных колонн. На основании полученной информации выявлены наиболее целесообразные способы расчёта конструкций с учетом более точной оценки нелинейных свойств материалов при действии нагрузки. Были рассмотрены следующие методы*

*расчёта сжатых железобетонных элементов: алгоритм детерминированного расчёта внецентренно сжатых железобетонных элементов по СП 63.13330.2012; алгоритм расчёта внецентренно сжатых элементов на основе нелинейной деформационной модели.*

Проблемы надёжности и долговечности привлекают заметное и все возрастающее внимание в строительной отрасли. Это объясняется тем, что значительная часть зданий, сооружений и объектов жилого и промышленного фонда находится в настоящее время в изношенном состоянии. Выбор расчётных моделей по оценке надёжности конструкций на сегодняшний день представляет собой достаточно актуальную задачу.

Внецентренно сжатые железобетонные элементы представляют собой конструкции, испытывающие сложное напряжённое состояние. Для исследования напряжённо-деформированного состояния (НДС) таких конструкций актуальной задачей является выбор оптимальной расчётной модели. В настоящее время для расчёта железобетонных конструкций известны два основных направления при выборе методов расчёта:

- расчёт на основе современных норм проектирования;
- расчёт с учётом нелинейного характера деформирования исследуемых конструкций, т.е. расчёт с учётом реальных диаграмм деформирования конструкционных материалов.

Выполним анализ разных методов расчёта внецентренно сжатых железобетонных элементов.

**Общие сведения алгоритма детерминированного расчета внецентренно сжатых железобетонных элементов по СП 63.13330.2012.** В данных нормах напряженно-деформированное состояние и характер разрушения внецентренно сжатых элементов зависят, главным образом, от эксцентриситета приложения нагрузки  $e_0$  и процента армирования  $\mu$ . Различают два основных случая предельного состояния по несущей способности: случай больших и случай малых эксцентриситетов [1,2].

Условие прочности внецентренно сжатых элементов определяется тем, что момент продольной силы относительно оси, проходящей через точку приложения равнодействующей усилий в растянутой арматуре и перпендикулярной к плоскости изгиба, должен быть меньше или равен сумме моментов всех расчетных внутренних сил относительно той же оси, т.е.

$$N_e \leq R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_{sc} A'_s z_s \quad (1)$$

где все обозначения приняты в соответствии со СНиП 2.03.01-84\*.

Положение нейтральной оси определяется из уравнения суммы проекций всех внешних и внутренних сил на продольную ось элемента. Для случая больших эксцентриситетов при условии  $\xi = x/h_0 \leq \xi_R$  это уравнение имеет вид

$$N = R_b b x + R_{sc} A'_s + R_s A'_s \quad (2)$$

Для случая малых эксцентриситетов при  $\xi > \xi_R$

$$N = R_b b x + R_{sc} A'_s - \sigma_s A'_s \quad (3)$$

где:  $\sigma_s$  – напряжения в растянутой арматуре, которые определяются по СНиП [1,2].

**Алгоритм расчета внецентренно сжатых железобетонных элементов на основе нелинейной деформационной модели.** Сущность расчета внецентренно сжатой колонны по данной модели заключается в следующем: сечение разбивается на  $n$  элементарных участков бетона с площадями  $A_{bn}$  и  $k$  элементарных участков арматуры с площадями  $A_{sk}$  в соответствии с рисунком 1. Число участков бетона целесообразно принимать не более 100, а число участков арматуры будет равно числу стержней в сечении [3,4].

Выбираются произвольно координатные оси. Предположим,  $Z$  – продольная ось элемента;  $Y$  – вертикальная ось,  $X$  – горизонтальная ось с положительным направлением слева направо. Целесообразно совмещать координатные оси с осями симметрии, если они

имеются, для упрощения разбивки на элементарные площадки в соответствии с рисунком 1. Данный метод позволяет учитывать влияние эксцентриситетов относительно обеих осей ( $e_x, e_y$ ), т.е. рассматривать косо внецентренное сжатие (косой изгиб).

При расчете внецентренно сжатых элементов по нелинейно-деформационной модели необходимо учитывать следующие положения:

- распределение общих относительных деформаций по высоте сечения подчиняется гипотезе плоских сечений;
- связь между осевыми напряжениями и относительными деформациями бетона и арматуры принимают в виде диаграмм деформирования бетона и арматуры;
- принимается условие совместности осевых деформаций арматуры и бетона;
- напряжения в бетоне  $\sigma_{bn}$  и арматуре  $\sigma_{sk}$  считают равномерно распределенными на элементарных площадках  $A_{bn}$  и  $A_{sk}$ ;
- основой для расчета являются условия равновесия:

$$\begin{cases} \Sigma N = 0 \\ \Sigma M_x = 0 \\ \Sigma M_y = 0 \end{cases} \quad (4)$$

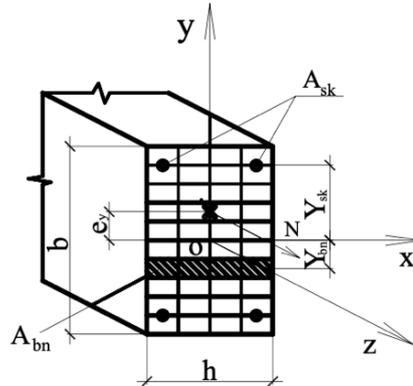


Рис. 1. Расчетное сечение внецентренно сжатого железобетонного элемента при расчете по нелинейно-деформационной модели

При расчете по данной модели учет физической нелинейности работы конструкций производится с помощью математического описания диаграмм деформирования арматуры и бетона и применения шагово-итерационного метода, реализующего способ упругих решений. Идея метода состоит в том, что решение нелинейной задачи получается в виде последовательности решений линейных задач, сходящихся к результату. Условия равновесия внешних и внутренних сил при любом нагружении, исходя из формулы (4), записываются в виде:

$$\begin{cases} \Sigma N_z = \Sigma_n \sigma_{bn} \cdot A_{bn} + \Sigma_k \sigma_{sk} \cdot A_{sk} \\ \Sigma M_x = - \Sigma_n \sigma_{bn} \cdot A_{bn} \cdot x_n - \Sigma_k \sigma_{sk} \cdot A_{sk} \cdot x_k \\ \Sigma M_y = - \Sigma_n \sigma_{bn} \cdot A_{bn} \cdot y_n - \Sigma_k \sigma_{sk} \cdot A_{sk} \cdot y_k \end{cases} \quad (5)$$

где:  $N_z$  – продольная сила;  
 $M_x$  – изгибающий момент в направлении оси X;  
 $M_y$  – изгибающий момент в направлении оси Y.

В матричном виде система уравнений (5) записывается в виде:

$$\{F\} = [R(\{F\}, S)] \times \{U(\{F\}, S)\} \quad (6)$$

где:  $\{F\} = \{N_z, M_x, M_y\}^T$  – вектор-столбец внешних сил, принимаемый в зависимости от схемы нагружения;

$\{U(\{F\}, S)\} = \{\varepsilon_z, k_x, k_y\}^T$  – вектор-столбец деформаций, являющихся функцией внешних сил  $\{F\}$  и геометрических параметров сечения  $S$ ;

$[R(\{F\}, S)]$  – матрица жесткости для нормального сечения, являющаяся функцией вектора внешних сил  $\{F\}$  и геометрических параметров сечения  $S$ . Элементы матрицы жесткости  $[R(\{F\}, S)]$  являются переменными характеристиками сечения, которые зависят от секущих модулей деформаций  $E'_b, E'_s$  и геометрических параметров сечения.

Нелинейная система уравнений (6) решается относительно вектора деформации  $\{\varepsilon\}$ . Уравнения равновесия решаются шагово-итерационным способом по следующему алгоритму, реализуемому на ЭВМ [3,4]:

– вначале вычисляют элементы матрицы жесткости для упругого состояния в нормальном сечении, т.е. при  $E'_{bn} = E_{bn}$  и  $E'_{sk} = E_{sk}$ ;

– по стандартной программе решают систему (6) с постоянными коэффициентами относительно деформаций;

– затем определяют продольные деформации бетона и арматуры для центров элементарных участков  $\varepsilon_{bn}$  и  $\varepsilon_{sk}$ , исходя их гипотезы плоского деформирования;

– по аналитическим зависимостям описания диаграмм деформирования бетона и арматуры устанавливают секущие модули деформаций  $E'_{bn}$  и  $E'_{sk}$  и напряжения в них  $\sigma_{bn}$  и  $\sigma_{sk}$ ;

– по соответствующим формулам уточняют элементы матрицы жесткости;

– повторяют решение со 2-го пункта.

Итерационный процесс считается законченным, если относительное среднеквадратическое приращение элементов вектора деформаций на двух смежных итерациях удовлетворяет условию:

$$\sqrt{\frac{1}{3} \left[ \left( \frac{\varepsilon_{z,i} - \varepsilon_{z,i+1}}{\varepsilon_{z,i} + \varepsilon_{z,i+1}} \right)^2 + \left( \frac{k_{x,i} - k_{x,i+1}}{k_{x,i} + k_{x,i+1}} \right)^2 + \left( \frac{k_{y,i} - k_{y,i+1}}{k_{y,i} + k_{y,i+1}} \right)^2 \right]} \quad (6)$$

При  $\Delta=0.001$  достигается хорошая стабилизация напряженно-деформированного состояния в нормальном сечении за 10...30 итераций. При шаговом методе нагрузка, прикладываемая к конструкции, статически возрастает не на полную величину, а ступенями – шагами. На каждой ступени нагружения решения находят путем итерационного вычислительного процесса согласно рассмотренного алгоритма расчета, при этом в ходе расчета получают приращения деформаций арматуры и бетона [3,4].

В настоящее время для расчета железобетонных элементов широко используются эмпирические методы расчета, основанные на экспериментальных данных, но при этом остаются неучтенными нелинейные свойства материалов. Поэтому представляется более разумным разработка методов расчета железобетона, основанных на единых расчетных моделях, позволяющих более точно оценить напряженно-деформированное состояние конструкции.

Таким образом, данная методика расчета внецентренно сжатых железобетонных элементов позволяет выполнять расчеты прочности, устойчивости и деформативности с использованием полных диаграмм деформирования бетона и арматуры, а также более точно оценить напряженно-деформированное состояние конструкции. Учет нелинейности при расчете внецентренно сжатых железобетонных элементов позволяет приблизить теоретические прогнозы к фактическому состоянию конструкции и выявить резервы снижения материалоемкости [3,4].

### Литература

1. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции: Общий курс: Учеб. для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 767 с.
2. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с Изменениями N 1, 2, 3).
3. Коваленко Г.В., Меньшикова Н.С., Калаш О.А. Нелинейная модель напряженно деформированного состояния применительно к оценке надёжности железобетонных конструкций

заводского изготовления / Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2007, №16. – С52-56.

4. Дудина И.В., Муска Е.А. Особенности расчёта внецентренно сжатых железобетонных колонн с учётом нелинейности материалов / Молодая мысль: наука, технологии, инновации: материалы VIII (XIV) Всероссийской научно-технической конференции. Братск: изд-во БрГУ, 2016. – С.52-55.

УДК 624.012.45

## **Оценка многоэтажных зданий в начале жизненного цикла эксплуатации**

В.А. Люблинский, А.Ф. Хамина

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** жизненный цикл здания, многоэтажные здания, капитальный ремонт, время жизни, физический, моральный и внешний износ.

*В статье рассматривается оценка многоэтажных зданий в начале их жизненного цикла, возможность нормальной эксплуатации зданий на весь прогнозируемый срок при реализации всех видов износа конструктивных элементов. Особое внимание уделено новым многоэтажным зданиям панельного типа. Выделяются и описываются этапы и стадии жизненного цикла строительных конструкций. Анализ периода жизни объекта недвижимости и сроки эксплуатации его конструкций и элементов. В данной статье предпринята попытка раскрыть основные причины влияния физического, морального и внешнего износа здания или сооружения и их негативные последствия. Исследование позволяет прогнозировать сроки эксплуатационной пригодности здания или сооружения.*

Жизненный цикл здания или сооружения - это период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения [1].

Впрочем, применительно к объекту строительства, процессы проектирования, строительства и эксплуатации довольно нередко готовы идти почти одновременно. Вследствие этого более целесообразным использовать для зданий, особенно в целях информационного моделирования, более универсальное определение жизненного цикла системы: совокупность стадий, охватывающих различные состояния системы, начиная с момента возникновения необходимости в такой системе и заканчивая полным завершением работы с ней.

Подразделяются жизненные циклы здания или сооружения на [2]:

I – период по технико-экономическому обоснованию возведения здания;

II – период по конструированию и проектированию;

III – период по возведению с разработкой технологии, организации и технологических регламентов производства работ;

IV – предэксплуатационный период;

V – период по эксплуатации зданий и наработке, позволяющей обеспечить окупаемость средств, вложенных в их создание и освоение;

VI – период по поддержанию конструктивных элементов и инженерных систем здания в нормальном техническом состоянии путём проведения планово-предупредительных и капитальных ремонтов;

VII – период физического и морального износа, требующий проведения модернизации, реконструкции или сноса здания. Последнее состояние является периодом окончания жизненного цикла или началом нового.

VIII – период реконструкции, восстанавливающий физико-механические и эксплуатационные характеристики зданий, включающий: периоды I - II – технико-экономическое обоснование и разработку технической документации.

В данной статье рассматриваются новые многоэтажные здания, сданные в эксплуатацию в декабре 2018 года, в городе Братске. Здания возведены в соответствии с программой переселения граждан из ветхих и аварийных зданий.

Многоэтажные здания представляют собой сложную взаимосвязанную систему различных конструкций. Состояние несущих конструкций позволяет оценить каждый элемент системы и определить их деформации, получить представление об их несущей способности, спрогнозировать срок безаварийной эксплуатации всего здания. Преимущественный выбор идет именно на панельные многоэтажные здания, этот выбор обусловлен рядом причин, такие как: экономическая выгода за счет низкой себестоимости, малый срок строительства, большие объемы ввода жилья в эксплуатацию.

Этапы эксплуатации объекта недвижимости подразумевает: эксплуатацию объектов, их обслуживание и ремонт. Эксплуатация объектов недвижимости, представляет собой многомерную функцию в системе управления и содержит в себе соответствующие направления: эксплуатацию оборудования помещений, материальный учет, противопожарную охрану и технику безопасности, управление коммуникациями, устранение аварийных ситуаций, обеспечение эксплуатации и дальнейшего ремонта.

Не существует общего определения понятия «оборудование помещений», однако их основу составляют: системы отопления, вентиляции и кондиционирования; оборудование электроосвещения и системы теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения; системы механической и электрической вертикальной и горизонтальной транспортировки (лифты, лестницы).

С недавних пор из-за угрозы опасности терроризма и роста преступности увеличилась роль функции безопасности строительных объектов. В связи с этим, наибольшее число нормативных документов регламентируют обеспечение безопасной среды эксплуатации. В большинстве случаев, системы охраны (в том числе и противопожарной) и технической безопасности разрабатываются и реализуются с учетом особенности потребности и многофункционального назначения объектов недвижимости.

Главная задача обслуживания объекта недвижимости – гарантировать обеспечение использования объекта по прямому назначению, и она состоит из комплекса конкретных работ [3]:

- своевременного устранения мелких дефектов на объекте недвижимости;
- производства крупного ремонта на основе минимальных затрат жизненного цикла;
- разработки мероприятий по сокращению и оптимизации совокупных затрат на эксплуатацию и обслуживание;
- рационального функционирования коммунальных служб (при обеспечении надежности), обслуживающих объект недвижимости;
- постоянного контроля и анализа затрат обслуживания и ремонта объекта;
- отчетности по состоянию объекта недвижимости.

После ввода здания в эксплуатацию у жилищных надзорных органов возникает обязанность по проведению плановых и внеплановых обследований многоквартирных зданий.

Внеплановые осмотры могут проводиться по обращениям жильцов, а также по собственной инициативе уполномоченных органов.

Плановые осмотры разделяются на следующие группы:

- общее обследование - объектом осмотра выступает все здание;
- частичное обследование - осмотр отдельных конструкций и элементов объекта;
- внеочередное обследование - после чрезвычайных обстоятельств, создающих потенциальную угрозу безопасности здания.

Периодичность плановых осмотров устанавливается нормативными указаниями Госстроя РФ и зависит от типа и характеристик здания. Как правило, периодичность плановых осмотров составляет не реже одного раза в пять лет.

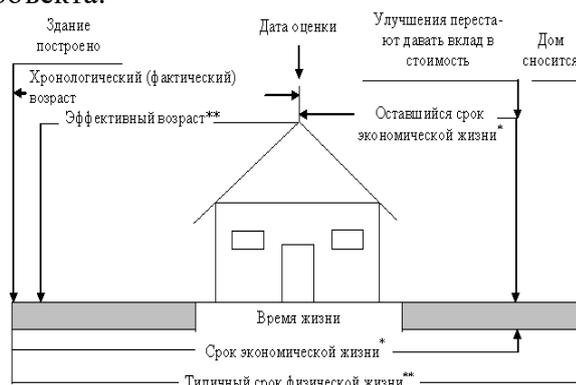
Время жизни - отрезок времени, когда объект существует и в нем можно жить или работать.

С точки зрения периода жизни объекта недвижимости, выделяют такие сроки, как [4]:

1) Эффективный возраст, отражающий возраст объекта в зависимости от внешнего вида, технического состояния и т. д.

2) Хронологический (фактический) возраст, соответствующий периоду пребывания объекта в эксплуатации с момента его ввода.

3) Оставшийся срок экономической жизни, используемый с целью оценки объекта экспертом-оценщиком и составляющий период от даты оценки до окончания экономической жизни объекта.



\* Может увеличиваться за счет реконструкции, переоборудования (перестройки), модернизации или изменения условий.

\*\* Может быть больше, чем фактический возраст здания.

Рис. 1. Срок жизни здания или сооружения

На протяжении жизненного цикла строения физическое и моральное старение его помещений, систем и конструкций происходит с различной скоростью. Деятельность, происходящая в здании, со временем меняется, требуя изменений и самого строения [5].

Срок жизни панельного здания ограничен во времени и зависит от соблюдения сроков капитального ремонта. А ремонта здания не производится. Ремонт отдельной квартиры на состоянии здания никак не сказывается. Здание ветшает, рыночная стоимость квартир в нём неудержимо падает, он постепенно превращается в трущобу вместе с окружающими его такими же зданиями. Стоимость коммунальных услуг растёт, приближаясь к рыночной цене энергоносителей. А энергоносителей требуется всё больше и больше, так как состояние ограждающих конструкций, которые изначально не были рассчитаны на ресурсосбережение, ухудшается с каждым годом. Квартира начинает потреблять всё больше средств и в какой-то момент становится ясно, что её рыночная стоимость полностью за несколько лет съедается размером платы за тепло, воду, электричество, да ещё подаваемых с перебоями.

Срок службы алюминиевой проводки в жилых зданиях – 30 лет для скрытой, 20 лет – для открытой.

Строительными нормами учтены типовые сроки, представляющие своего рода гарантийный срок службы соответствующих элементов конструкции. К примеру, система отопления в здании нуждается в замене через 30 лет (если используются металлические конвекторы) или через 40 лет (чугунные радиаторы). Водопровод и канализация рассчитаны на 25 лет службы, примерно такой же срок, служат деревянные полы, двери, рамы и прочие деревянные конструкции.

Поэтому комплексный ремонт с заменой и восстановлением инженерных коммуникаций в зданиях всех типов положено проводить каждые 30 лет, а выборочный - раз в 15 - 20 лет. Перекрытия и некапитальные стены рекомендуется менять через 50 лет.

Для различных типов многоквартирных зданий устанавливаются специальные сроки годности, в течение которых можно безопасно эксплуатировать без ущерба для жизни и здоровья граждан, а также имущества физических и юридических лиц. Срок годности нашего многоэтажного здания панельного типа по нормативным нормам до 100 лет. При этом для сооружений панельных и блочных типов строительными нормами серьезные работы по реконструкции, а значит и продление периода службы, никак не учтены.

Кроме того немаловажно отметить то, что при проектировании здания и последующей постройки, подобные вещи как срок эксплуатации никак не обговаривается. Следует рассмотреть действительные (средние) сроки эксплуатации различных элементов здания в таблице 1 [6].

Таблица 1

Средние сроки службы конструктивных элементов крупнопанельных зданий

Наименование конструкций	Срок службы
Фундаменты железобетонные	200 и более
Стеновые панели наружных стен	25
Перекрытия сборные железобетонные	150
Лестницы железобетонные	125 и более
<b>ПОЛЫ</b>	
Дощатые крашенные	50
Паркетные	50
Линолеум	10-15
Плиточные метлахские по бетонному основанию	150
Цементные по бетонному основанию	40
Плиточные или цементные полы, отремонтированные с заменой отдельных участков	20
Дощатые полы, отремонтированные с заменой отдельных досок	15
Паркетные полы, отремонтированные с заменой до 25% клепки	25
<b>ОКНА И ДВЕРИ</b>	
Оконные переплеты и дверные полотна с коробками в наружных стенах	40
Оконные переплеты и дверные полотна во внутренних стенах	80
Двери наружные входные	20
<b>ПЕРЕГОРОДКИ</b>	
Не несущие из гипса	50
То же, железобетонные	125 и более
То же, фибролитовые	40
Несущие железобетонные	125 и более
<b>КРЫШИ И КРОВЛИ</b>	
Железобетонные сборные плиты покрытия	150
Рулонный ковер (толь, рубероид) совмещенных невентилируемых крыш	3-4
То же, вентилируемых	10-12
Теплоизоляционный слой в многослойных крышах	12-18
Покрытие оцинкованной листовой кровельной сталью	50
То же, черной листовой сталью	20
<b>ГЕРМЕТИКИ И УТЕПЛИТЕЛИ СТЫКОВ</b>	
Поризол	15-18
Гернит	15-20
Мастичные герметики (мастика У-30М, КБ-1 и др.)	20-25
Антисептированная или просмоленная пакля	10-20
<b>НАРУЖНАЯ ОТДЕЛКА</b>	
Отделка с применением каменных материалов	50-80
То же, с применением полимерных материалов	12-25
То же, ПХВ-красками	6

Длительность физического срока жизни объекта недвижимости (кроме земли), экономический и эффективный возраст зависит от износа - процесса имеющего силу законов природы. Существуют три вида износа: физический, моральный и внешний (экономический) (рис. 2).

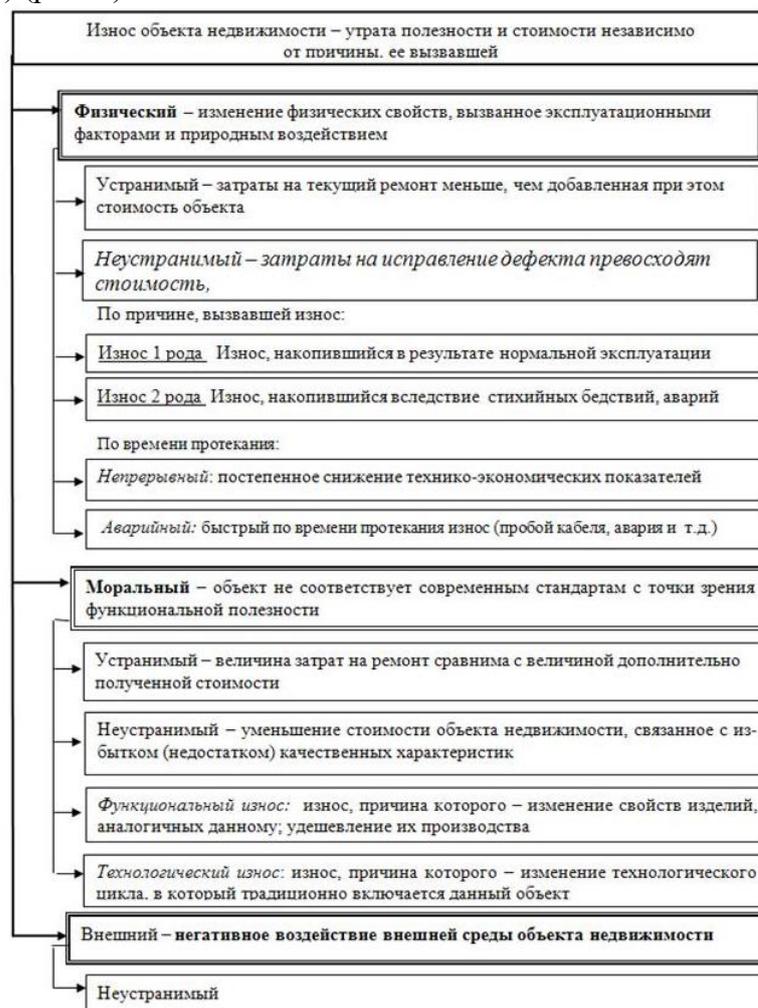


Рис. 1. Виды износа

Таким образом, все виды физического износа, как правило, приводят к негативным последствиям. Во-первых, ухудшаются отдельные потребительские и эксплуатационные характеристики объектов недвижимости и других технических устройств. Во-вторых, с возрастом объекта недвижимости увеличивается частота его ремонта, т.е. замедлить физический износ возможно посредством введения систем технического обслуживания.

С течением времени происходит снижение эксплуатационных характеристик несущей системы здания, деградация качеств конструктивных использованных материалов во времени, сокращение прочностных характеристик конструктивных компонентов. В дальнейшем происходит старение несущей системы, отражающееся на состоянии несущих конструкций. Возрастают прогибы несущих систем, уменьшается жесткость вертикальных несущих конструкций, увеличиваются изгибающие моменты и сжимающие нормальные усилия. Более интенсивное снижение жесткостных и прочностных характеристик компонентов происходит уже на начальном этапе в первые десять лет эксплуатации объекта [7].

Проведя данный анализ можно сказать, то, что сроки эксплуатационной пригодности новых зданий напрямую зависят от уровня развития строительных технологий, проекта самого здания и материала строительных конструкций. Следует принять во внимание, что сроки эксплуатации панельных жилых зданий практически невозможно продлить ввиду особенностей материалов, из которых изготовлены строительные конструкции.

## Литература

1. Федеральный закон «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений» от 30.12.2009 № 384-ФЗ (последняя редакция).
2. А.А. Афанасьев, Е.П. Матвеев. Реконструкция жилых зданий. Москва 2008 / 154 с.
3. Коттс, Д. Управление инфраструктурами организации / Д. Коттс Пер. с англ. – М. ; ОАО «Типография “Новости”», 2001.– 597 с.
4. А.Н. Асаул, Х. С. Абаев, Ю. А. Молчанов. Теория и практика управления и развития имущественных комплексов СПб.: Гуманистика, 2006 – 309 с.
5. Грабовый П.Г. ,Кулаков Ю.Н. Лукманова И.Г. и др. Экономика и управление недвижимостью. Учебник/ под общей ред. Проф. П.Г. Грабового Смоленск Изд.Асв,2008.- С..401.
6. Сроки эксплуатации жилых зданий [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.zagorod.cc/stroitelstvo/19-sroki-ekspluatatsii-zhilykh-domov>
7. В. А. Люблинский, Е. А. Голубева, Э. А. Гончарова. Статья «Массовая застройка 50-80 годов как одна из социально-экономических проблем» Журнал: «Труды Братского Государственного Университета» Серия: естественные и инженерные науки, 2017.- С..105-111.

УДК 624.074.12

## Анализ методов расчета железобетонных тонкостенных пространственных конструкций

И.В. Дудина, О.С. Каверзина

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** оболочки, тонкостенные конструкции, упругий материал, безмоментное состояние.

*В данной статье рассматриваются основы разных методов расчета железобетонных пологих оболочек. На базе технической теории и результатов экспериментов разработаны практические (инженерные) методы расчета различных тонкостенных пространственных покрытий. Доказано, что в средней части оболочки имеет место мезмоментное состояние, а в приопорной зоне возникают изгибающие моменты. В инженерной практике определение нормальных и сдвигающих усилий для указанного случая производят по безмоментной теории, а изгибающие моменты находят с помощью других методик. Для получения более удобных для практических расчетов зависимостей анализируют влияние различных условий на усилия, возникающие в оболочке. В последние годы интенсивно развиваются более точные методы расчета тонкостенных пространственных покрытий, учитывающие геометрическую и физическую нелинейность.*

В отличие от плоской плиты, также имеющей малую толщину, поверхность оболочки обладает кривизной в одном или двух направлениях, благодаря чему в оболочках возникают усилия преимущественно одного знака. Изгибающие моменты в большинстве случаев проявляются лишь в ограниченных зонах (например, вблизи контура оболочки), вследствие чего их значение для подбора сечений оболочек существенно меньше, чем в плоских конструкциях. Форма поверхности оболочки выбирается такой, чтобы обеспечить ее работу, главным образом, на сжатие, при этом бетон оболочки используется наиболее эффективно.

Оболочки весьма распространены в технике, и теоретические основы их расчета к настоящему времени разработаны достаточно глубоко. Предложенные теории, как правило, применимы к оболочкам из идеальных материалов: упругого, упругопластического, упруго-вязкого. Железобетон не является идеальным материалом, для него характерна нелинейная диаграмма деформирования, при появлении трещин в отдельных зонах

оболочек происходит изменение жесткости и перераспределение усилий. Поэтому для установления условий применимости той или иной теории и ее корректировки применительно к данному типу тонкостенных пространственных покрытий проводят эксперименты на моделях или натуральных конструкциях.

В качестве основы для расчета большинства применяемых в практике строительства оболочек покрытий принята техническая теория расчета тонких оболочек [1], согласно которой материал оболочки рассматривается как упругий, и считается справедливой гипотеза прямых нормалей: прямолинейный элемент, перпендикулярный срединной поверхности до деформации, остается прямым и перпендикулярным к деформированной срединной поверхности и не изменяет своей длины; при этом нормальные напряжения на площадках, параллельных срединной поверхности, считаются пренебрежимо малыми по сравнению с прочими напряжениями.

Однако решение даже этой упрощенной системы при заданных условиях на контуре представляет значительные математические трудности.

Для получения более удобных для практических расчетов зависимостей анализируют влияние различных условий на усилия, возникающие в оболочке. В инженерной практике встречаются задачи, когда изгибающие и крутящие моменты в оболочке настолько малы, что ими можно пренебречь. Напряженное состояние в этом случае будет определяться только нормальными и сдвигающими усилиями. Такое «безмоментное» состояние имеет место при соблюдении следующих основных условий [2]:

1) оболочка, должна быть тонкой, иметь плавно изменяющуюся поверхность (без переломов и скачкообразного изменения толщины), упругие свойства материала оболочек, также должны изменяться плавно;

2) нагрузка на оболочку, должна изменяться плавно и быть непрерывной;

3) условия закрепления краев оболочки, должны обеспечивать свободные их перемещения в направлении нормали к поверхности.

При выполнении этих условий (рис. 1) можно положить  $M_1=M_2=H=0$ , тогда расчетные усилия безмоментного состояния оболочки могут определяться из системы уравнений:

$$\begin{aligned} \frac{\sigma N_1}{\alpha x} + \frac{\sigma S}{\sigma y} &= 0, \\ \frac{\sigma S}{\alpha x} + \frac{\sigma N_2}{\sigma y} &= 0, \\ \frac{N_1}{r_1} + \frac{N_2}{r_2} + q &= 0, \end{aligned} \quad (1)$$

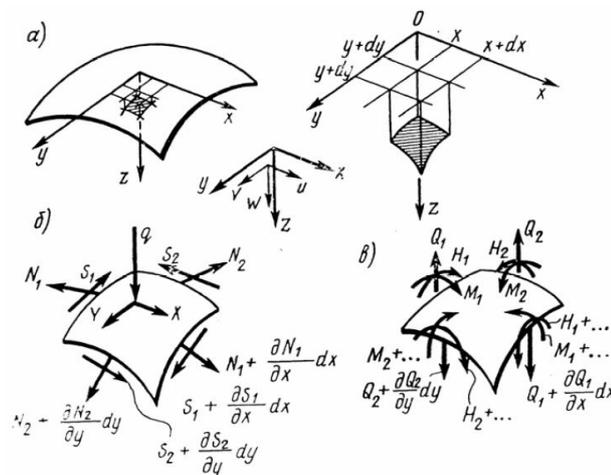


Рис. 1. Усилия, действующие в тонкой оболочке: а – элемент оболочки; б – безмоментное состояние; в – моментное состояние

На базе технической теории и результатов экспериментов разработаны практические (инженерные) методы расчета различных тонкостенных пространственных покрытий. Однако техническая теория справедлива, если прогибы тонкой оболочки малы по сравнению с ее толщиной. Если же они оказываются соизмеримыми с толщиной оболочки, возникает так называемая геометрическая нелинейность, которая может повлиять на значения усилий. Система разрешающих уравнений в этом случае усложняется.

Опыты и расчеты показывают, что в средней части поля тонких оболочек при равномерно распределенной нагрузке прогибы  $w$  имеют одинаковое значение (рис. 2, а), и если контур не деформируется в своей плоскости, т.е.  $w_0=0$ , то происходит искривление срединной поверхности в приконтурной зоне. Таким образом, в средней части оболочки имеет место безмоментное состояние, а в приопорной зоне возникают изгибающие моменты. В инженерной практике определение нормальных и сдвигающих усилий для указанного случая производят по безмоментной теории, а изгибающие моменты находят с помощью специальных приемов.

Наиболее просто система уравнений (1) решается путем введения функции напряжений  $F(x, y)$ , через которую выражаются усилия:

$$N_1 = \frac{\sigma^2 F}{\sigma y^2}, N_2 = \frac{\sigma^2 F}{\sigma x^2}, S = -\frac{\sigma^2 F}{(\sigma x \sigma y)} \quad (2)$$

При подстановке (2) в (1) первые два уравнения обращаются в тождества, а третье принимает вид:

$$\frac{1}{r_1} \cdot \frac{\sigma^2 F}{\sigma y^2} + \frac{1}{r_2} \cdot \frac{\sigma^2 F}{\sigma x^2} + q = 0, \quad (3)$$

Полученное уравнение называется уравнением Пуассона. Решая его одним из известных методов, находят функцию  $F$ , а по ней из (2) – усилия.

Функция напряжений  $F(x, y)$  может быть, например, представлена в виде тригонометрического ряда или полинома. На основе решения в тригонометрических рядах составлены таблицы усилий безмоментного напряженного состояния. Решение уравнения (3) в полиномах более наглядно и позволяет получить достаточно простые зависимости для определения усилий  $N_1, N_2, S$ .

Необходимые для расчета главные усилия, действующие по диагональным сечениям, вычисляют по известной формуле сопротивления материалов:

$$N_{\max, \min} = (N_1 + N_2) / 2 \pm \sqrt{(N_1 + N_2)^2 / 4 + S^2} \quad (4)$$

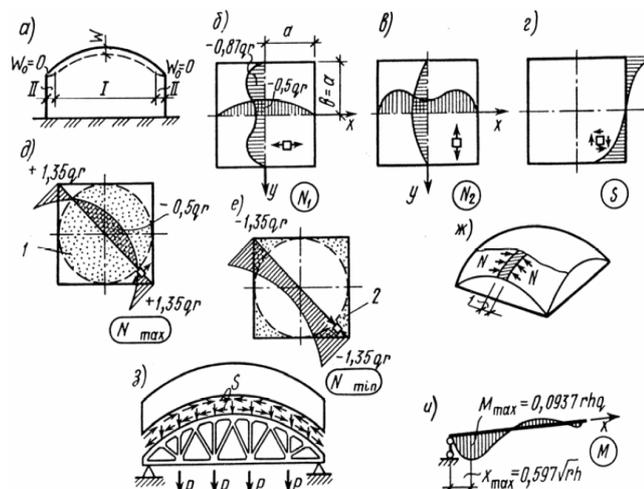


Рис. 2. К расчету пологих оболочек положительной гауссовой кривизны на прямоугольном плане:  
 I-зона безмоментного напряженного состояния в оболочке; II-то же, моментного;  
 1 - область двухосного сжатия; 2 - область сжатия в одном направлении, растяжения - в другом

Для определения возникающих вблизи контура изгибающих моментов существует ряд приближенных приемов [3]. Наиболее часто используется прием, согласно которому реальная оболочка, имеющая, например, сферическую поверхность, у контура заменяется цилиндрической (рис. 2, *ж*). Такая замена является оправданной, так как точный расчет показывает, что изгибающие моменты действуют только в небольшой приконтурной зоне. В этой зоне очертания фактической и заменяющей цилиндрической поверхностей мало отличаются друг от друга. Определение же моментов в цилиндрической оболочке значительно проще.

При расчете из нее мысленно вырезают полоску единичной ширины (см. рис. 2, *ж*). Прогиб такой полоски описывается дифференциальным уравнением, аналогичным уравнению равновесия балки на упругом основании (роль реакций упругого основания выполняют усилия  $N$ ).

В качестве примера покажем усилия, возникающие в отдельной квадратной оболочке ( $a = b$ ,  $r_1 = r_2 = r$ ) под действием равномерно распределенной нагрузки. Полагая диафрагму абсолютно податливой из своей плоскости и абсолютно жесткой в своей плоскости (вертикальном направлении), будем иметь граничные условия при  $x = \pm a$ ,  $y = \pm b$ ,  $N_1 = N_2 = 0$ .

Полученные для этого случая усилия  $N_1$ ,  $N_2$ ,  $S$ ,  $N_{\max}$ ,  $N_{\min}$  и их значения показаны на рис. 2, *б – е*. Из рис. 2, *д* видно, что почти во всей оболочке имеет место область двухосного сжатия и лишь в угловых частях возникает сжатие в одном направлении и растяжение в другом. На рис. 2, *и* показана эпюра моментов при шарнирном опирании оболочки.

При проектировании сборных оболочек во многих случаях оказывается достаточным ограничиться рассмотренным инженерным расчетом в стадии эксплуатации (не прибегая к более точным машинным методам), тем более, что определяющими при подборе сечений оказываются усилия, возникающие при транспортировании и монтаже элементов оболочки.

Помимо расчета прочности для исключения потери устойчивости толщина гладкой оболочки должна удовлетворять условию

$$h \geq \sqrt{20r_1r_2q / E_b} \quad (5)$$

где  $E_b$  – начальный модуль упругости бетона оболочки.

В последние годы интенсивно развиваются более точные методы расчета тонкостенных пространственных покрытий, учитывающие геометрическую и физическую нелинейность, наличие трещин и перераспределение усилий, характер армирования, предварительное напряжение и т.п. В их основе лежат численные методы (конечного элемента, конечных разностей), которые реализуются на ЭВМ [4]. Вместе с тем методы, базирующиеся на технической теории, не утрачивают своего значения. Они широко применяются для предварительного подбора сечений элементов оболочек и их армирования, при вариантном проектировании, а также используются при анализе решений, получаемых с помощью ЭВМ.

### **Литература**

1. Колкунов, Н. В. Основы расчета упругих оболочек / Н. В. Колкунов. – М.: Стройиздат, 1972. – 227 с.
2. Коваленко Г.В., Балдова М.С. Оценка надежности пространственных конструкций покрытий по внешним признакам / Труды Братского Государственного Университета: Сер.: Естественные и инженерные науки – развитию регионов Сибири: в 2 т. – Братск. Издательство БрГУ, 2012, Т.2 – С. 162-165.
3. Байков, В.Н. Проектирование железобетонных тонкостенных пространственных конструкций [текст]: Учеб. пособие для вузов / В.Н. Байков, Э. Хампе, Э. Рауэ. – М.: Стройиздат, 1990. – 232с.
4. Верюжский, Ю.В. Компьютерные технологии проектирования железобетонных

конструкций [текст]: уч. пособие / Ю.В. Верюжский, В.И. Колчунов. – К.: Книжное изд-во НАУ, 2006. – 808 с.

УДК 6.69.05

## Стадийность жизненного цикла как основа проектирования и эксплуатации здания

В.А. Люблинский, Е.А. Голубева, О.Е. Волкова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** жизненный цикл здания, период, стадия, технология BIM, информационные технологии

*Жизненный цикл характеризует строительный объект на каждом этапе, начиная с проектирования, строительства, эксплуатации до полного сноса здания. Данное понятие можно рассматривать как с экономической, так и с технической стороны. Экономическая сторона проявляется на протяжении того времени, когда здание способно приносить прибыль, даже при условии вложения в него дополнительных инвестиций. Если говорить о техническом обосновании, то в мировой практике термин жизненный цикл рассмотрен более подробно, чем в отечественной нормативной документации. В основной массе источников приводятся общее объяснение стадий жизни объекта в рамках строительной отрасли без подкрепления техническими расчетами и подтверждениями.*

*В статье выявлены различные модели этапности жизненного цикла объекта недвижимости и их графическое представление. Рассмотрено внедрение информационных технологий (BIM) на примере зарубежного опыта Великобритании. Проведен анализ адаптации данной технологии в России на примере уже разработанных СП И ГОСТов.*

Если говорить о жизненном цикле как о понятии, то существует несколько интерпретаций данного термина. Самым распространенным является определение закрепленной в «Техническом регламенте о безопасности зданий и сооружений» [1] период, в течение которого осуществляются инженерные изыскания, проектирование, строительство (в том числе консервация), эксплуатация (в том числе текущие ремонты), реконструкция, капитальный ремонт, снос здания или сооружения.

С точки зрения здания как физического объекта можно сказать, что жизненный цикл - это время от момента обоснования необходимости их возведения до наступления экономической нецелесообразности дальнейшей эксплуатации [2]. Разделение периодов жизненного цикла приведены в схеме (рис.1) [3].



Рис. 1. Схема периодов жизненного цикла здания с точки зрения строительной отрасли

Также, менее развернуто, жизненный цикл объекта от момента технико-экономического обоснования до момента физического или морального старения можно представить в виде трех периодов [4]:

- прединвестиционной и инвестиционной фазы;
- предпринимательской фазы проекта - от эксплуатации до полной окупаемости объекта;
- закрытие объекта.

На рисунке 2 схематически представлен жизненный цикл объекта недвижимости.



Условные обозначения:  $E_n$  — нормальная эффективность;  
 $C_i$  — эксплуатационные затраты.

Рис. 2. Жизненный цикл объекта недвижимости

В значительной мере характеризующим эффективность функционирования объекта является первый этап. Данная стадия в особенности сложная и заключается в многообразии элементов, которые представлены на схеме (рис.3) [4]:



Рис. 3. Содержание I периода – срок строительства

Во второй этап входит освоение проектных мощностей и эксплуатацию строительного объекта.

Если рассматривать кривую  $OA_1A_2A_3A_4$ , которая показывает, как изменится стоимость строительства и эксплуатации здания. Можно заметить, что первый период ( $OA_1$ ) идет на понижение, это указывает на вложения инвестиций в возведение и содержание объекта. В точке  $A_1$  объемы вложений соответствуют капитальным вложениям в здание до ввода в эксплуатацию.

В особенности значимыми считаются фазы, определяющие период обновления здания и время его существования в период эксплуатации. Сопоставляя различные периоды жизненного цикла объекта можно выявить и провести анализ расходов и результатов участников инвестиционного проекта.

На третьем этапе жизненного цикла объекта наступает период последующей наработки на вложение инвестиций. На теоретическом уровне, третий период может продолжаться достаточно долго. Ограничение целесообразности эксплуатации объекта являются дополнительные расходы на предотвращение физического и морального износа [4].

Жизненный цикл любого строительного объекта также может быть представлен с экономической точки зрения.

Жизненный цикл объекта недвижимости подчиняется конкретным закономерностям и включает срок экономической и физической жизни.

Срок экономической жизни, определяющий период времени, в течение которого объект может быть использован как источник прибыли. Срок экономической жизни заканчивается, когда производимые улучшения перестают вносить вклад в стоимость объекта.

Типичный срок физической жизни – период реального существования объекта недвижимости в функционально пригодном состоянии до его сноса. Определяется нормативными документами. Физический и экономический сроки жизни объектов недвижимости имеют объективный характер, который можно регулировать, но нельзя отменить [5].

Подробнее данные циклы представлены на схеме (рис. 4).

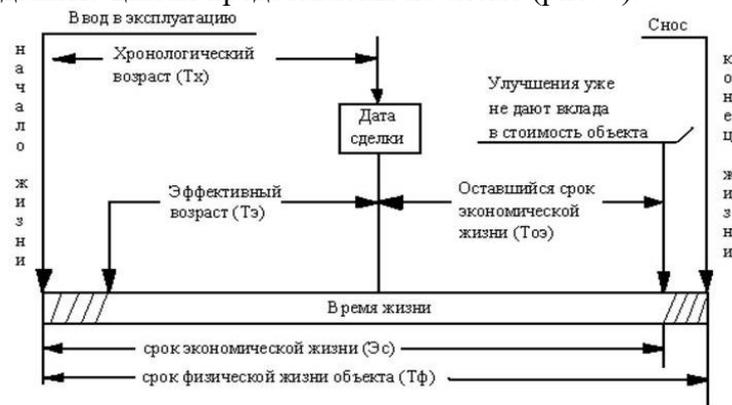


Рис. 4. Схема жизненного цикла здания как экономического объекта

Виды схем жизненного цикла строительного объекта, представленные выше, в большей степени, несут информативный характер и не подкреплены системой нормативной документацией в сфере строительства и эксплуатации здания.

На сегодняшний день проектирование здания и сооружений с учетом жизненного цикла является весьма актуальным вопросом. И разработка данного процесса связана с информационным моделированием или так называемой BIM-технологией.

Технологии BIM (Building Information Model) – информационное моделирование объекта или информационная модель объекта. Это вся имеющаяся числовое описание и нужным образом организованная и управляемая информация об объекте, используемая как на стадии проектирования и строительства здания, так и в период его эксплуатации и даже сноса [6].

В данных целях логичным определением жизненного цикла представляется следующее: Жизненный цикл информационной системы представляет собой непрерывный процесс, начинающийся с момента принятия решения о ее создании и заканчивается в момент полного изъятия ее из эксплуатации [7].

Существует международный стандарт ISO/IEC 12207 [7], который определяет структуру жизненного цикла, содержащая этапы и задачи, выполняемые при создании информационной системы без привязки к какой-либо предметной области.

Согласно данному стандарту структура жизненного цикла основывается на трех группах процессов:

основные процессы жизненного цикла (приобретение, поставка, разработка, эксплуатация, сопровождение);

вспомогательные процессы, обеспечивающие выполнение основных процессов (документирование, управление конфигурацией, обеспечение качества, верификация, аттестация, оценка, аудит, разрешение проблем);

организационные процессы (управление проектами, создание инфраструктуры проекта, определение, оценка и улучшение самого жизненного цикла, обучение).

Рассматривая модели жизненного цикла в информационном моделировании можно выделить каскадную и спиральную модель. Применительно к строительной области в большинстве случаев для описания стадий работы по проекту применяется каскадная модель, упрощенно представленная на рисунке 5. Подобное представление этапов можно проследить на рис. 5 и 6.



Рис. 5. Каскадная модель разработки

В данном случае представлена цепочка последовательных процессов. Данная модель имеет ряд недостатков, а именно при ее использовании существует риск ошибок и недоработок на любом из этапов. Этот факт может привести к необходимости возврата на предыдущие стадии и как следствие задержку результатов и сложность управления проектом.

Процессы при проектировании, возведении здания и эксплуатации могут производиться параллельно друг другу или в тесной взаимосвязи, поэтому реальный процесс разработки проекта по данной модели должен выглядеть следующим образом. (рис. 6)

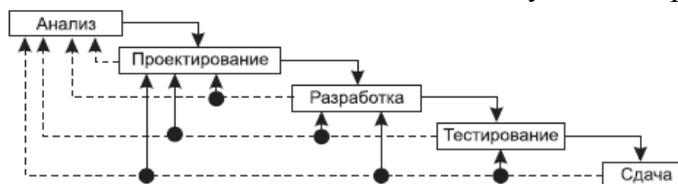


Рис. 6. Реальный процесс разработки по каскадной модели

Судя по схеме (рис. 6) разработка проекта ведется с обратной связью между стадиями. Межэтапные корректировки учитывают влияние результатов на различных периодах времени жизненного цикла.

Таким образом, при технологии информационном моделировании зданий особенно важно иметь подробное представление о каждом этапе жизненного цикла объекта строительства. Упрощенная схема «проектирование-строительство-эксплуатация-снос» является неполной. Поэтому требуется обязательно знать всю информацию от этапа к этапу и как они взаимосвязаны.

Специфика BIM-технологии связана с повышенной детализацией и большим количеством стадий. Описание стадийности процессов, выполняемых при строительстве объекта являются основной частью нормативной документации BIM.

Если говорить о зарубежном опыте, то самой первой страной, проявившей интерес к конкретизации стадий жизненного цикла здания, стала Великобритания. Еще в 1963 году Королевский институт британских архитекторов (RIBA) опубликовал некий «Рабочий план» этапности действий с объектом строительства. Главной целью этого плана, рассчитанного на руководящих специалистов всех уровней, было помочь в определении основных задач, возникающих в процессе проектирования, строительства или

эксплуатации здания, и наметить пути их решения. Сегодня этот план существует уже в версии 2013 года и бесплатно доступен на сайте организации [www.ribaplanofwork.com](http://www.ribaplanofwork.com) [8].

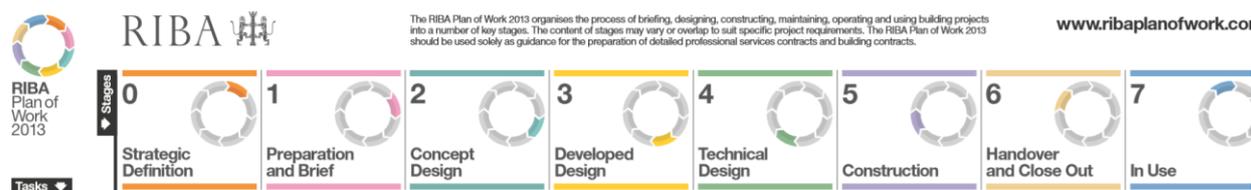


Рис. 7. Этапы жизненного цикла как разделы рабочего плана RIBA:

- 0-Стратегическое определение проекта; 1- подготовительные работы и общий обзор ситуации; 2 – концептуальные решения; 3 - проектные решения; 4 – рабочая документация; 5- строительство; 6 – сдача объекта; 7 – эксплуатация.

Каждый раздел «Рабочего плана» RIBA содержит восемь основных вопросов, на которые необходимо дать ответ при планировании проекта строительства. И уже в структуре RIBA разработаны BIM технологии, позволяющие Великобритании быть лидером в данной сфере. Внедрение информационного моделирования здесь стимулируется на государственном уровне, так как примерно 40 % строительного рынка составляют госзаказы.

Внедрение технологии BIM в России производится, начиная с 2015 года. С 19 марта 2018 года в силу вступил СП 333.1325800.2017 ««Информационное моделирование в строительстве. Правила формирования информационной модели объектов на различных стадиях жизненного цикла» (приказ от 18.09.2017 г. № 1227/пр) в котором предложены требования к информационным моделям объектов массового строительства и их разработка на различных стадиях жизненного цикла. За основу свода правил взят документ [1], в котором как раз содержатся требования для проектирования зданий и сооружений по «жизненному циклу» и единственное определение жизненного цикла во всей нормативной документации РФ. В данном СП расписаны основные положения концепции стадийности жизненного цикла объектов строительства в виде задач на каждом этапе информационного моделирования. Для удобства задачи представлены в виде таблицы 1.

Таблица 1

Этапы жизненного цикла проекта при информационном моделировании

1. Обоснование инвестиций	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ анализ местоположения и инженерно-геологической и экологической ситуации</li> <li>❖ разработка и сравнение вариантов архитектурно-градостроительных концепций, определение технико-экономических показателей, визуализация всей информации</li> </ul>
2. Изыскания и проектирование	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ выпуск чертежей и спецификации</li> <li>❖ проверка и оценка технических решений</li> <li>❖ устранение ошибок в проекте при помощи программных средств</li> <li>❖ подсчет объемов работ и оценка сметной стоимости</li> <li>❖ инженерно-технические расчеты</li> <li>❖ разработка проекта организации строительства</li> </ul>
3. Строительство	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ визуализация процесса строительства</li> <li>❖ геодезические разбивочные работы, геодезический контроль в строительстве</li> <li>❖ мониторинг охраны труда и промышленной безопасности на строительной площадке, цифровое производство строительных конструкций и изделий</li> </ul>
4. Эксплуатация	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ планирование технического обслуживания и ремонта</li> <li>❖ мониторинг эксплуатационных характеристик</li> <li>❖ управление эксплуатацией зданий и сооружений</li> <li>❖ моделирование чрезвычайных ситуаций</li> </ul>

Задачи, указанные на каждом из 4 этапов должны производиться на основе объектно-ориентированной параметрической трёхмерной модели, представленной в цифровом виде физических, функциональных и прочих характеристик объекта (ЦИМ); также необходима разработка цифровой модели местности для автоматизированного проектирования (ИЦММ). В примечании данного документа можно увидеть уточнение о том, что информационная модель должна создаваться на основании предыдущих стадий проекта, но не являться их совокупностью. При разработке ЦИМ/ИЦММ также следует придерживаться постадийного подхода к их формированию в зависимости от конкретного объекта строительства и соответствующей стадии жизненного цикла.

На сегодняшний день в России разработан еще ряд СП и ГОСТ Р по технологии BIM, но функционирование данной технологии на должном уровне пока не наблюдается. Строительство и эксплуатация зданий по жизненному циклу с применением информационных моделей представлено в большей степени на бумаге и в планах.

Существует четыре уровня внедрения BIM технологий. (табл.2) [9].

Таблица 2

Уровни внедрения информационного моделирования

Уровни	Описание	Примечание
Уровень 0, чистое черчение	Чертежи, состоящие из линий, простых фигур, подписи и надписи в виде простого текста.	По сути, это уровень использования САД программ в качестве цифрового кульмана
Уровень 1, начальная автоматизация	На этом уровне в программах используются не только линии, а блоки, объекты, ссылки, применяется элементарная автоматизация.	Традиционный уровень владения 2D программами (к примеру, Autocad) с использованием приложений для расчета спецификаций и т.п.
Уровень 2, трехмерная модель здания	Все разделы проекта увязаны между собой в общей модели здания. Модель может быть использована для получения графика работ и стоимости строительства.	Продвинутый уровень BIM внедрения.
Уровень 3, модель всех этапов жизненного цикла здания	Модель объединяет в себе все процессы: проектирование, финансовый анализ, полное управление проектом, строительство, эксплуатация здания, а также взаимодействие с окружением.	На этом уровне все участники всего жизненного цикла объединены общей информационной средой, которая со временем охватит не только один объект, а районы и города.

Около 90-95% проектных компаний в России находится на первом уровне, выполняя проекты с применением той или иной степени автоматизации. И только 5-10% компаний достигают начальной стадии второго уровня. Третий уровень внедрения информационного моделирования в России пока не достижим. В то же время Великобритания предполагает достичь третьего уровня к 2025 году.

Таким образом, описание стадий жизненного цикла является очень важным аспектом при строительстве и эксплуатации здания. Разработка BIM технологий как раз может позволить перейти на новый уровень в строительной отрасли. Но для этого нужно провести комплексную работу по детальному описанию каждой стадии жизненного цикла. Также необходимо создание программ, которые охватывали бы полностью все разделы, входящие в состав проекта.

Строительство по «жизненному циклу» позволит отслеживать и корректировать все ошибки и недочеты до производства строительно-монтажных работ и также поможет контролировать поведение здание в ходе его эксплуатации.

## Литература

1. Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) "Технический регламент о безопасности зданий и сооружений" [Электронный ресурс]: КонсультантПлюс. Режим доступа: [https:// http://www.consultant.ru/](https://http://www.consultant.ru/)
2. Люблинский В. А., Голубева Е. А., Э.А. Гончарова. Массовая застройка 50-80 годов как одна из социально-экономических проблем//Труды братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки-развитию регионов Сибири.2017. Т. 2. С. 105-111
3. Афанасьев А. А, Матвеев Е. П. Реконструкция жилых зданий. Часть I. Технологии восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий. М.: 2008 – 479 с.
4. Экономика и управление недвижимостью: учебник для вузов / под общ. ред. Грабового П. Г. - Смоленск ; М. : Смолин Плюс : АСВ, 1999. - 566 с.
5. Особенности проектирования жизненного цикла энергоэффективных объектов недвижимости: учебное пособие / под общ. ред. Е. П. Горбаневой. – Екатеринбург, 2017. – 146 с.
6. Талапов В.В. Технология BIM. Суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. М.: ДМК издательство, 2015. – 410 с.
7. Избачков Ю. С., Петров В. Н., Васильев А. А., Телина И. С. Информационные системы: Учебник для вузов. 3-е изд. — СПб.: Питер, 2011. — 544 с.: ил.
8. Талапов В. В. Жизненный цикл здания и его связь с внедрением технологии BIM// «САПР и графика». 2017. №2. С. 8-12
9. BIM технологии в строительстве: внедрение и развитие технологии в России [Электронный ресурс]: Строительный эксперт/портал для специалистов архитектурно-строительной отрасли. Режим доступа: <https://ardexpert.ru/article/11726>

УДК 69.032

## Состояние жилищного фонда города Братска

Ю.С. Акентьева

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** жилищный фонд, развитие жилищно-строительной индустрии г. Братска, общая площадь жилых помещений, аварийное жилье.

*В статье представлен анализ состояния жилищного фонда города Братска. Рассмотрена динамика показателей, характеризующих формирование и развитие фонда. Обозначены тенденции в строительстве различных типов жилья. Проанализированы статистические данные распределения жилищного фонда по капитальному ремонту, движению фонда и жилищному строительству. Выявлены существенные проблемы жилищного сектора города, среди которых небольшие темпы строительства нового жилья, снижение объемов строительства. Так же проблемы с соответствующим проведением капитального ремонта, реконструкции жилых помещений и своевременной заменой аварийного жилья новыми постройками многоквартирных домов.*

Жилищный фонд - совокупность всех жилых помещений, находящихся на территории Российской Федерации. В зависимости от формы собственности жилищный фонд подразделяется на:

- частный жилищный фонд - совокупность жилых помещений, находящихся в собственности граждан и в собственности юридических лиц;
- государственный жилищный фонд - совокупность жилых помещений, принадлежащих на праве собственности Российской Федерации (жилищный фонд Российской Федерации), и жилых помещений, принадлежащих на праве собственности субъектам Российской Федерации (жилищный фонд субъектов Российской Федерации);

– муниципальный жилищный фонд - совокупность жилых помещений, принадлежащих на праве собственности муниципальным образованиям [1].

Жилищный фонд подлежит государственному учету в порядке, установленном уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти.

Государственный учет жилищного фонда наряду с иными формами его учета должен предусматривать проведение технического учета жилищного фонда, в том числе его техническую инвентаризацию и техническую паспортизацию (с оформлением технических паспортов жилых помещений - документов, содержащих техническую и иную информацию о жилых помещениях, связанную с обеспечением соответствия жилых помещений установленным требованиям

Мониторинг использования жилищного фонда и обеспечения его сохранности осуществляется уполномоченным Правительством Российской Федерации федеральным органом исполнительной власти в порядке, установленном Правительством Российской Федерации [2].

Развитие жилищно-строительной индустрии характеризуется состоянием городского жилого фонда, его эксплуатационных возможностей и поддержания пригодным для комфортного проживания положению зависит не только потенциал долгосрочного использования жилья, но и размеры текущих и предстоящих финансовых вложений в данную область строительства, потребности в капитальном ремонте, а также постройке новых жилых домов.

Основной характеристикой жилого фонда является общая площадь жилых помещений, которая составила в городе Братске на конец 2018 года 6 534 504,9м<sup>2</sup>. При этом за последние 3 года наблюдается рост общей площади на 0,6%. Этого недостаточно за 3 года как с точки зрения экономического роста, так и с точки зрения развития строительной сферы в целях обеспечения потребности населения в жилье [3].

Анализ динамики количественного состава жилищного фонда в городе Братске свидетельствует о снижении числа жилых домов. За последние три года признаны аварийными 69 домов. Из них только для 9 домов известна примерная дата переселения. Общая площадь жилого аварийного помещения за 3 года составляет 26 270,03м<sup>2</sup>. Это 0,4% от общей площади жилых помещений [4].

В таблице 1 представлена сводная статистика общего числа построенных домов в Братске с указанием суммарной площади по годам.

Таблица 1

Сводная статистика построенных домов

Год постройки	Суммарная площадь, м <sup>2</sup>	Число домов	Кол-во квартир	Жилая площадь, м <sup>2</sup>	Нежилая площадь, м <sup>2</sup>	Нежилых помещений
2010-2019	156799.23	71	1975	111479.30	8569.20	10
2000-2009	83798.70	24	797	50786.84	7616.46	28
1990-1999	865180.29	144	10791	602736.95	22556.74	106
1980-1989	206463.24	361	25815	1393518.24	71960.52	491
1970-1979	1712747.70	469	24830	1201942.79	43723.77	217
1960-1969	1527982.12	715	22753	1146959.83	59009.18	483
1950-1959	125439.03	301	349	96043.70	-	-
1870-1879	94.60	1	-	65.10	-	-
Итого	6534504.91	2086	87310	4603532.75	213435.87	1335

Динамику строительства жилых домов можно увидеть на рисунках 1 и 2. За последние 20 лет идет стабильное увеличение жилищного фонда, но темп увеличения минимальный. Это можно увидеть на следующих рисунках.

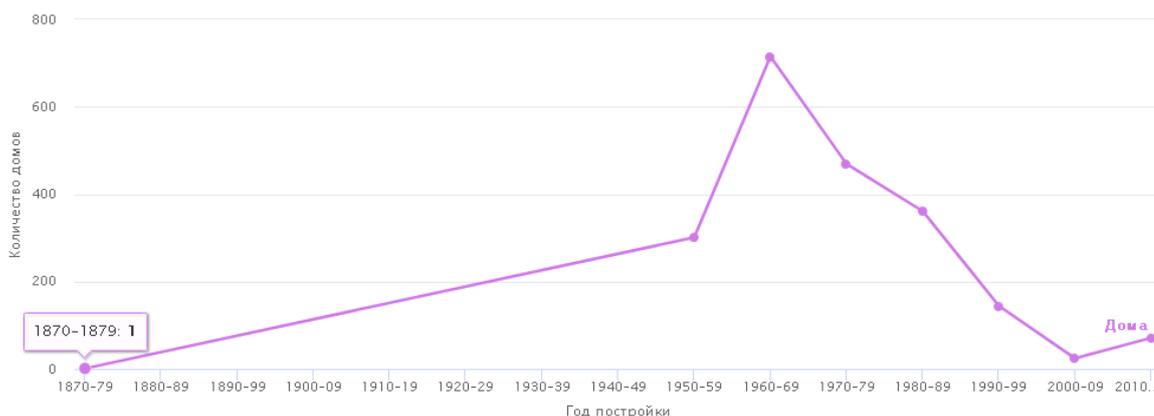


Рис. 1. Количество построенных многоквартирных домов в городе Братске по годам

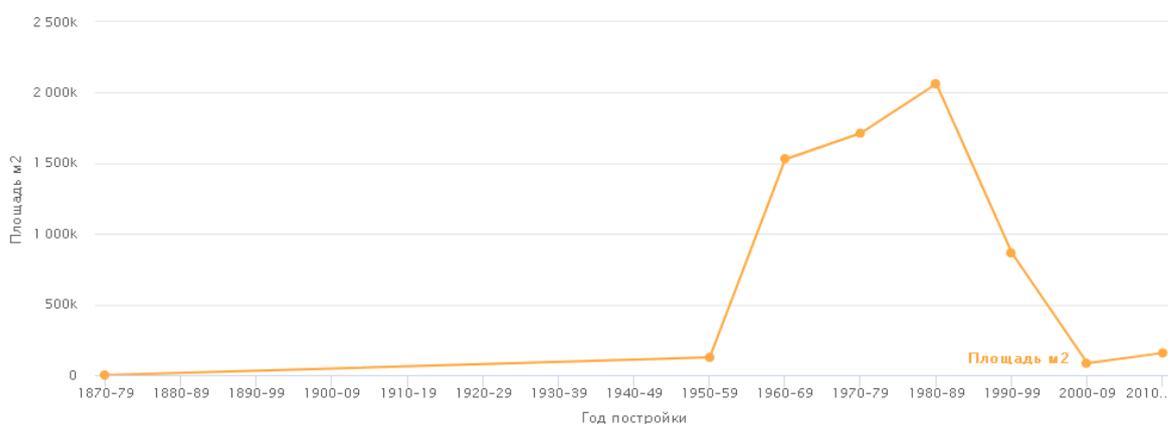


Рис. 2. Площадь построенных многоквартирных домов в городе Братске по годам

Постройка новых жилых домов увеличивает жилищный фонд, но не мало важно сохранить состояние городского жилого фонда, его эксплуатационных возможностей и поддерживать пригодным для комфортного проживания положению. Это возможно осуществлять за счет капитального ремонта домов. Ниже приведен анализ по работе капитального ремонта.

В 2018-м году в Братске был проведён ремонт в 42-х многоквартирных домах на общую сумму почти 265 миллионов рублей, в том числе, замена 83-х лифтов. По сравнению с прошлым годом, объём финансирования, выделенного для проведения капитального ремонта в Братске в 2019-ом, увеличен фондом практически в два раза.

Фонд капитального ремонта в 2019-м году планирует отремонтировать в Братске 41 многоквартирный дом. Общая сумма, которую планируется направить на эти работы, составит 527 миллионов рублей [5].

При этом в очереди на капитальный ремонт в Братске на 2018 год стоит 181 дом. Требуют капитального ремонта дома всех частей города. Это говорит, что темпы развития жилищного фонда минимальные. Старение фонда жилья оказывает отсутствие полноценного финансирования его капитального ремонта. Затраты на ремонт и замену инженерного оборудования и затраты на ремонт крыш и замену кровли занимают значительную долю выделяемых средства, но их недостаточно с учетом возрастания потребностей в их финансовом обеспечении [6].

Основной проблемой состояния жилищного фонда города Братска является его быстрое ветшание и переход в аварийное состояние. Решение данной проблемы возможно за счет полноценного финансирования и соответствующего проведения капитального ремонта, реконструкции жилых помещений, а также своевременная замена аварийного жилья новыми постройками многоквартирных домов.

## Литература

1. Аганбегян А.Г. Строительство жилья – локомотив социально-экономического развития страны [Текст] / А.Г. Аганбегян // Вопросы экономики. -2012-№5. - с.59-69
2. Жилищный кодекс статья 19 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.buhgalteria.ru/gilichniy-kodeks/glava2/stat19>
3. Информация о домах в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://dom.mingkh.ru/>
4. Государственная корпорация – Фонд содействия реформированию жилищно-коммунального хозяйства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.reformagkh.ru/relocation/alarm-after-2012>
5. Фонд капитального ремонта многоквартирных домов Иркутской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fkr38.ru/hkr/viewforum.php?f=1>
6. Программа капитального ремонта [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://www.bratsk-city.ru/now/zkh/kapremont/programma-kapitalnogo-remonta-/?clear\\_cache=Y](https://www.bratsk-city.ru/now/zkh/kapremont/programma-kapitalnogo-remonta-/?clear_cache=Y)

УДК 691.327.33

## Поровая структура газозолобетона

В.М. Кузнецова, Р.А. Колесников, Ю.С. Гаврищук

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** газозолобетон, поровая структура, смола древесная омыленная, зола-унос, микроскоп.

*В данной статье изучили поровую структуру при модификации газозолобетона с различными химическими и минеральными добавками. Одной из важнейших характеристик структуры ячеистого бетона являются параметры его порового пространства. Даже незначительные изменения количества пустот в материале приводят к резкому изменению физико-механических и эксплуатационных свойств.*

*С помощью микроскопа МБС-10 был произведен поровый анализ разного состава. В первом составе использовали цемент, золу-унос, алюминиевую пудру, гипс и добавки суперпластификатор С-3 и воздухововлекающую добавку СДО. Второй (контрольный образец) не содержал химических добавок. Так же приводятся результаты исследования по изучению диаметра пор и суммарного объёма пор. Экспертиза образцов показала, что суммарный объём каждого вида пор значительно отличается.*

Ячеистый бетон является на сегодняшний день строительным материалом, имеющим, потенциально очень большой рынок сбыта. Фактором, сужающим область его применения, является недостаточно высокий уровень показателей физико-механических и теплотехнических свойств серийно выпускаемых ныне материалов. Их повышение, при обеспечении достаточной экономичности, позволит укрепить позиции ячеистого бетона как современного эффективного стенового материала.

Важным аспектом в производстве строительных материалов является рациональное использование сырьевой базы. Как показывает опыт, использование отходов промышленности позволяет покрыть потребность в сырьевых ресурсах, сократить затраты на изготовление материалов и снизить техногенные нагрузки на окружающую среду. Отходы Братских промышленных предприятий наделены такими физическими свойствами и химическим составом, которые позволяют использовать их в качестве сырьевых компонентов.

В ходе научных исследований был получен газозолобетон, удовлетворяющий требованиям стандарта ГОСТ 25192-82, со средней плотностью 450-800 кг/м<sup>3</sup>. В данном материале задействованы следующие техногенные отходы:

- Зола-унос – отход от сжигания твердого топлива;
- Смола древесная омыленная (СДО) – воздухововлекающая добавка.

Одной из важнейших характеристик структуры ячеистого бетона являются параметры его порового пространства, так как даже незначительные изменения количества пустот в материале приводят к резкому изменению физико-механических и эксплуатационных свойств.

На начальном этапе вводился суперпластификатор С-3, который позволял получить растворную смесь необходимой подвижности с более низкой водопотребностью.

Добавка полуводного гипса в газобетонную смесь вводилась в виде гипсовой суспензии, она увеличивает степень гидратации цемента в ранние сроки и способствует повышению прочности газобетона. Причиной этого является уменьшение размера частиц полуводного гипса до размера коллоидных частиц, что обеспечивает возможность равномерного распределения этих частиц по всему объему газобетонной смеси и повышает реакционную способность гипса при его взаимодействии с гидроалюминатом кальция, образующимся при взаимодействии алюминия с гидроксидом кальция. Образующиеся в результате кристаллы этtringита участвуют в формировании межпоровых перегородок и выполняют роль армирующего материала.

Для дополнительного воздухововлечения вводилась добавка СДО. Кроме этого, добавка интенсифицирует реакцию газовыделения, так как ионы хлора в щелочной среде активизируют процесс растворения алюминия благодаря их адсорбции, на окисленной поверхности частиц и замещению в ней ионов кислорода. Это явление способствует ускоренному растворению пассивирующих пленок на частицах алюминия в присутствии гидроксильных ионов.

За счет введения в газобетонную смесь перечисленных добавок, значения реологических свойств газобетонной смеси приближаются к оптимальным, таким образом, обеспечивается стабильность процесса поризации, образование при этом одинаковых сферических или полиэдрических пор и формирование прочной структуры газобетона [1,2].

С целью определения влияния добавок на формирование поровой структуры с помощью микроскопа МБС-10 был произведен поровый анализ образцов разного состава.

Микроскоп МБС-10 (рис.1) - предназначен для наблюдения как объемных предметов, так и тонких пленочных и прозрачных объектов, а также препарированных работ. Наблюдение может производиться как при искусственном, так и при естественном освещении в отраженном и проходящем свете. Область применения: ботаника, биология, медицина, минералогия, криминалистика, археология, машиностроение, приборостроение и другие области науки и техники.

В первом составе использовали цемент, золу-унос,  $V/T=0,65$ , алюминиевую пудру, гипс и добавки суперпластификатор С-3 и воздухововлекающую добавку СДО. Второй (контрольный образец) не содержит химических добавок.



Рис. 1. Микроскоп МБС-10

Результаты исследований поровой структуры приведены в (таблице 1).

Таблица 1

Результаты исследований поровой структуры газозолобетона

Наименование	Ед. измер.	Состав газобетона	Распределение пор по размерам								Суммарный объем пор, мл/г
			Макропоры				Микропоры				
			Крупные, более 10000 Å			Капиллярные поры, 1000-10000 Å	Переходные 1000-100 Å		Гелевые поры, менее 100 Å		
Объем пор	мл/г	С добавками	0,4438	0,0303	0,1372	0,0979	0,0898	0,0444	0,0224	0,0034	0,8692
	%		51,06	3,49	15,78	11,26	10,33	5,11	2,58	0,39	
	мл/г	Без добавок	0,3362	0,0104	0,0629	0,0881	0,1209	0,0861	0,0501	0,0066	0,7613
	%		44,16	1,37	8,26	11,57	15,88	11,31	6,58	0,87	
Суммарный объем пор	мл/г	С добавками	0,6113			0,1877		0,0668		0,0034	0,8692
	%		70,33			21,59		7,69		0,39	
	мл/г	Без добавок	0,4095			0,209		0,1362		0,0066	0,7613
	%		53,79			27,45		17,89		0,87	

Согласно классификации, приведенной Ю.В. Чеховским и Л.Е. Берлиным, поры в цементном камне подразделяются на макропоры: крупные (ячеистые) поры размером более 10000 ангстрем (0,1 мкм) и капиллярные поры – 1000-10000 ангстрем, (0,1-1 мкм); микропоры: переходные поры – 1000-100 ангстрем (0,1-0,01) и гелевые поры – менее 100 ангстрем (0,01 мкм).

Экспертиза образцов показала, что суммарный объем каждого вида пор значительно отличается. Газозолобетон, модифицированный добавками, содержит большее количество крупных или ячеистых пор, размером более 10000 Å (70,33%), количество остальных пор, а именно капиллярных, переходных и гелевых меньше на 6%, 10% и 0,5 % соответственно [3].

Зависимость суммарного объема пор от диаметра пор представлена на (рис.2).

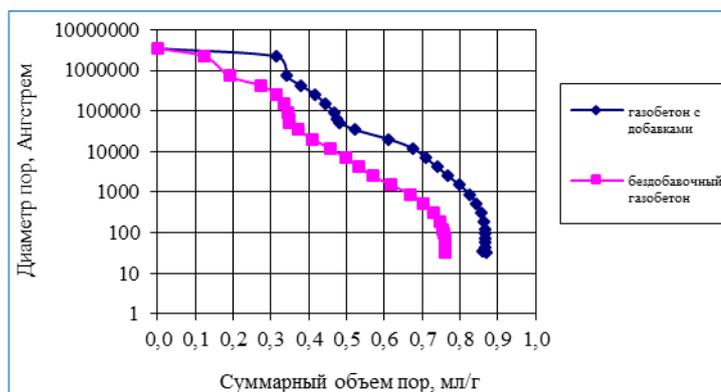


Рис.2. Интегральные кривые распределения пор

Известно, что капиллярные и гелевые поры хоть и увеличивают на 7–15% общую пористость материала, но негативное влияние этих пор на функциональные и строительно–эксплуатационные свойства ячеистого бетона очень велико. В основном они определяют гигроскопичность материала, существенно влияют на прочность и коэффициент качества. С ростом объема этих пор увеличиваются водопоглощение и равновесная влажность

материала. При этом возрастает его теплопроводность и снижается прочность. Таким образом, снижение капиллярной пористости является существенным резервом повышения качества материалов с пористой структурой.

Формирование данной пористости и получение необходимой прочности, вызвано в первую очередь реологическими характеристиками газобетонной смеси. Регулирование данных характеристик и повышение физико-механических свойств газобетона производилось при помощи ряда добавок [3].

Результаты исследований физико-механических характеристик газозолобетона приведены в (таблице 2).

Таблица 2

Физико-механические характеристики газозолобетона

Наименование	$\rho$ (сух.), кг/см <sup>3</sup>	Rсж, МПа	Пористость, %	$\lambda$ , Вт/м <sup>0</sup> С	Wп.п., %	Морозо- стойкость
Газозолобетон с добавками	420	0,6	87	0,096	47	15
Газозолобетон без добавок	430	0,4	76	0,11	55	10

Суммарный объем за счёт эффекта воздухововлечения, в бетоне с добавками вырос на 21-25%. Применение химических добавок позволяет при практически равной средней плотности за счёт оптимизации поровой структуры, увеличить прочность на 50%, влажность снизить на 15%, морозостойкость увеличить на 50%.

### Литература

1. Косых А.В. Комплексные добавки в технологии изготовления газозолобетона / А.В. Косых, Ю.С. Гаврищук, Д.Э. Маргарян, Д.М. Заика // Труды Братского государственного университета: Серия: Естественные и инженерные науки: в 2 т. – Т. 1. – Братск : Изд-во БрГУ, 2017. – 233 с.

2. Гаврищук Ю.С. Химические добавки в технологии газозолобетона / Ю.С. Гаврищук, Д.М. Заика, В.М. Кузнецова // «Энергия молодых – строительному комплексу»: Материалы научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых. – Братск: Изд-во БрГУ, 2018.-158 с.

3. Косых А.В. Дисперсно армированный газозолобетон / А.В. Косых, Ю.С. Гаврищук, Д.М. Заика, В.М. Кузнецова // Труды Братского государственного университета: Серия: Естественные и инженерные науки: в 2 т. – Т. 1. – Братск: Изд-во БрГУ, 2018. – 262 с.

УДК 332.871, 332.873

## Краткосрочный план реализации региональной программы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах города Братска на 2019 год

О.Е. Волкова, А.А. Волкова, Е.В. Щербина

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** региональная программа, срок реализации, очередность, капитальный ремонт, многоквартирные дома, собственники помещений.

*В данной статье рассмотрен план реализации капитального ремонта общего имущества многоквартирных домов в городе Братске, а также в статье рассмотрено благоустройство общественных территорий, техническое состояние многоквартирных домов, рассмотрена программа формирования комфортной городской среды, роль*

*собственников помещений многоквартирных домов в процессе проведения капитального ремонта. Представлены примерные суммы, которые необходимы для реализации капитального ремонта в городе Братске. В том числе рассмотрена главная, на сегодняшний день, проблема выполнения капитального ремонта в городе Братске. Предложены варианты для дальнейшего наилучшего выполнения работ по капитальному ремонту, а также представлено, какое необходимо изменение законодательства в жилищно-коммунальной политике и государственное регулирование.*

В последнее время проблема капитального ремонта многоквартирных домов стала чуть ли не самой популярной темой из всех, связанных с жилищно-коммунальным хозяйством. Типичный ответ на вопрос: в чем проблема капитального ремонта? - отсутствие необходимых средств в местных бюджетах. Действительно ли проблема в деньгах, вернее, в их отсутствии?

На наш взгляд, плохое и продолжающееся ухудшение технического состояния многоквартирных домов, неудовлетворительный объем капитального ремонта и практически полное отсутствие внедрения энергосберегающих технологий при проведении капитального ремонта - это прежде всего результат несовершенства законодательства, а также «советских» подходов к решению проблемы на всех уровнях общества: от государственных чиновников и депутатов Государственной Думы до мэров городов, и собственников квартир.

Актуальность темы капитального ремонта многоквартирных домов на практике и в научных кругах не вызывает сомнения. Значение и острая необходимость проведения капитального ремонта многоквартирных домов по всей стране обуславливает столь высокий интерес к выбранной теме [1].

В ходе реформирования системы капитального ремонта многоквартирных домов государство закрепило важнейшую роль за собственниками помещений многоквартирных домов в процессе проведения капитального ремонта, наделив их такими правами, как принятие решения о необходимости проведения капитального ремонта, определение вида капитального ремонта, способа формирования фонда капитального ремонта и другими правами. В свою очередь, с предоставленными правами перешли и обязанности, такие как финансирование капитального ремонта в виде уплаты обязательных взносов на капитальный ремонт.

Всего за период действия регионального Фонда, по Братску было начислено платежей за капремонт в общей сумме 1 млрд. 700 млн. руб., к настоящему времени братчане оплатили свыше 1 млрд. 300 млн. руб., [2]. К недисциплинированным собственникам применяются штрафные меры: начислены пени в общей сумме 66 млн. руб., из них 12 млн. уже оплачены. Средства, поступившие в региональный Фонд от собственников МКД каждого муниципального образования, могут быть направлены на ремонт домов только этого города.

Сотрудники Фонда совместно с представителями управляющих компаний осмотрели дома и составили список необходимых работ и дефектные ведомости.

Однако они не успели своевременно подготовить проектно-сметную документацию, поэтому в уведомлениях, разосланных собственникам домов, указана предельная стоимость работ. После проведения аукционов по выбору подрядчика сумма затрат должна быть уменьшена. Соответственно, если прогноз ниже величины затрат на работы, то из плана исключают какие-то виды ремонта.

Депутат Законодательного собрания Иркутской области, гендиректор управляющей компании «ПКК» Светлана Петрук привела в пример дом №16 по улице Приморской [2]. Специалисты Фонда не включили в план ремонта замену важнейших узлов, в том числе, выпуска канализации под предлогом того, что на это не хватит денег. Сотрудники ООО «ПКК» подсчитали, что реальные затраты по этому дому составят не предельные 43 миллиона, как было заявлено в уведомлении, а всего около 6-ти. Предполагаемый сбор же составит около 21-го миллиона.

Фонд капитального ремонта в 2019-м году планирует отремонтировать в Братске 41 многоквартирный дом. Общая сумма, которую планируется направить на эти работы, составит 527 миллионов рублей. На капитальный ремонт многоквартирных домов в Братске тратят 882 рубля на душу населения. В 25-ти многоэтажках заменят лифтовое оборудование. Всего обновят 106 подъёмников. В 16-ти многоквартирных домах Братска будет проведён ремонт общего имущества. Перечень работ для каждого из домов утверждён отдельно.

В администрации Братска рассказали, какие территории благоустроят в 2019 году по программе формирования комфортной городской среды. Местные власти уже подали заявку на получение субсидии. Деньги ожидаются не позднее 15 апреля.

В 2019 году в городе хотят обновить пять общественных пространств. На это нужно 55 миллионов рублей [3]. Планируется благоустроить:

1. Территория смотровой площадки Братской ГЭС в жил. районе Гидростроитель.
2. Территория в районе домов №№ 48,49 по ул. Труда в жилом районе Сухой.
3. Площадь 45 квартала (ул. Сосновая – бул. Орлова) в ж.р. Гидростроитель.
4. Территория в районе дома №79 по ул. XX Партсъезда в районе Порожский.
5. Территория, прилегающая к храму Рождества Христова в ж.р. Центральный.

Кроме того, в этом году власти намерены провести выборочный капитальный ремонт обелиска «Мемориал Славы». Это сделают за счет городского бюджета. Как мы писали ранее, здесь, в частности, заменят таблички с именами героев. Работы завершатся в 2020 году к 75-летию Победы. Дворы Готовы документы на благоустройства 35 дворовых территорий. На это требуется 94 миллиона рублей. Точная сумма будет известна в ближайшее время, после распределения областным правительством области субсидий по муниципалитетам. Напомним, что в 2018 году по проекту «Городская среда» было выполнено комплексное благоустройство 21 дворовой территорий.

Братск - в числе лидеров по собираемости взносов за капитальный ремонт. В 2018-м году в Братске был проведён ремонт в 42-х многоквартирных домах на общую сумму почти 265 миллионов рублей, в том числе, замена 83-х лифтов. По сравнению с прошлым годом, объём финансирования, выделенного для проведения капитального ремонта в Братске в 2019-ом, увеличен фондом практически в два раза.

Главной проблемой капитального ремонта в Братске по-прежнему считаем низкие темпы его производства, при наличии значительных средств, оплаченных собственниками помещений, на счетах регионального фонда.

К сожалению, отдача от тех денег, которые аккумулированы в Фонде, не такая, как хотелось бы. Братск вправе требовать большего объема мероприятий и высокого качества капитального ремонта домов. Те, кто исправно платят взносы, хотят видеть результаты работы Фонда – отремонтированные дома, подъезды, коммуникации, крыши. Но видны, такие примеры, когда из одиннадцати запланированных домов, ремонт кровель прошел только в трех. Фонду предстоит заставить подрядчиков выполнять свои обязательства. Не везде ремонтные работы проводятся качественно. Администрация Братска вместе с депутатами городской Думы, представляя интересы братчан, активно работают с региональным Фондом.

Для дальнейшего наилучшего выполнения работ по капитальному ремонту необходимо решить вопрос с изменением политики по сбору и использованию средств, направленных на проведение капитального ремонта многоквартирных домов, а также устранить все многочисленные проблемы, возникающие при организации и проведении капитального ремонта [4]. Также, необходимо изменение законодательства в жилищно-коммунальной политике и государственное регулирование, а также контроль за деятельностью организаций, осуществляющих управление многоквартирными домами. При этом нужно учитывать, что это сложная многоуровневая система взаимодействия всех компонентов ЖКХ, находящаяся в интенсивном процессе развития, для решения которой требуется комплексный подход с учетом всех накопившихся проблем данной отрасли.

## Литература

1. Капитальный ремонт в строительстве [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://studbooks.net/2308154/nedvizhimost/ponyatie\\_kapitalnogo\\_remonta](https://studbooks.net/2308154/nedvizhimost/ponyatie_kapitalnogo_remonta) (дата обращения: 27.03.2019)
2. Капитальный ремонт в городе Братске [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.fkr38.ru> (дата обращения: 04.04.2019)
3. Какие территории благоустроят в Братске в 2019 году? [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://bratsk.irk.today/2019/04/09/kakie-territorii-blagoustrojat-v-bratske-v-2019-godu/> (дата обращения 14.04.2019)
4. Чикина С.Ю., Дакаева Ж.Х. Преимущества и недостатки способов формирования фондов капитального ремонта многоквартирных домов // Вопросы экономики и управления. — 2016. — №4. — С. 86-87.

УДК 624.1:624.15

## Защита зданий и сооружений Восточной Сибири от грунтовых вод

О.В. Куликов, А.А. Сахно

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** защита сооружений, подземные воды, водозащитные мероприятия.

*Данная статья посвящена защите зданий и сооружений Восточной Сибири от подземных вод. Большое количество ледниковых линз и грунтовых вод под верхними слоями почвы серьезно влияет на долговечность конструкций, и в самых серьезных случаях может привести к обрушению сооружений. Существуют множество защитных мероприятий по предотвращению данных угроз, такие как дренирование, гидроизоляция, противодиффузионные завесы, закрепление грунтов и др. Будут рассмотрены такие защитные системы как дренаж и шпунтовые ограждения, и возможность их применения при защите жилого дома по улице Наймушина, дом 18.*

Дренаж в строительстве, как известно это способ сбора и отвода грунтовых вод от участка и сооружений с помощью системы дренажных труб, каналов, скважин, подземных галерей и других устройств [1]. Дренажная система состоит из отсыпки, в которую укладывается дренажная труба, и слоя грунта, фильтрующего подземные грунты. Без фильтрующего слоя произойдет заливание гравийной отсыпки. Мелкие частички грунта, попадая в промежутки между гравием, заметно уменьшают его водопроницаемые качества, и эффективность всей дренажной системы. Для фильтрующего слоя чаще всего применяется нетканый материал из синтетического волокна. Траншею для отсыпки выкапывают по периметру здания или требуемой территории (в редких случаях, при высоком уровне грунтовых вод, дренированию может быть подвергнута вся площадь застройки), создавая уклон не менее 0,5 градусов. В местах поворота трубы, при огибании угла дома, следует вырыть контрольный колодец, как и в конце трубопровода. Из конечного колодца вода отводится в канализацию или в систему полива растений (если есть) [1].

Следует отметить, что в советский и постсоветский периоды дренажи не находили широкого применения в массовом промышленном и гражданском строительстве Прибайкалья. Исключением, как правило, являлись объекты транспорта и гидроэнергетики. В качестве примера дренажных систем можно привести как старые, еще дореволюционные сооружения (дренажная система конца XIX века, обеспечивающая отвод атмосферных осадков с территории усадьбы Юзефовича (ныне Дом-музей А. Вампилова по адресу Богдана-Хмельницкого, 3б), так и новые, примером которых является дренажные системы здания ресторана «Александровский сад» созданные в 2014 г. (рис. 1) [2].



Рис. 1. Здание ресторана «Александровский сад». Прифундаментный кольцевой дренаж, включающий дренажные траншеи и колодцы. 2014 г.

В нашем случае, для защиты жилого дома по улице Наймушина 18 лучше всего подходит именно система дренирования, с использованием отводных каналов. Она позволит прекратить оседание фундамента и наклона дома из-за подмыва грунтовыми водами, что обезопасит строение от слома и падения.

Далее будут рассмотрены шпунтовые ограждения, как один из способов защиты зданий. Состоящие из шпунтин ограждения, погружают в грунт и образуют из них сплошную стену, предотвращающую сползание грунта и проникание воды в котлован. Производятся шпунты для различных видов сооружений, могут быть временными или постоянными, и иметь разнообразные способы крепления. Выбор материала для изготовления шпунтового ограждения определяется сложностью и характером проведения работ. Длина свай, как правило, не бывает более 15 метров, поскольку при выборе большей длины, в процессе их транспортирования возможно образование трещин [2]. Данные ограждения позволяют защитить расположенные поблизости от стройки сооружения от разрушения в процессе возведения объекта, и обеспечивают защиту самой стройплощадки от обрушения стенок котлована и подмыва. Так же могут быть использованы для укрепления береговой линии, создание гидротехнических объектов (причалов, шлюзов, плотин и др.), защиты эстакад, путепроводов, и ограждения коллекторов и водосборников (рис. 2.) [3].



Рис. 2. Использование шпунтов для укрепления береговой линии

Среди различных видов шпунта, можно привести следующие конструкции:

– Шпунт Ларсена, считается самым применяемым на практике. Этот шпунт выполнен в виде профиля из высококачественного металла. Он имеет желобообразную форму, а концы его закруглены. Их ещё называют «замками» из-за того, что, соединяясь, они надёжно защищают грунт в котловане от оползней и похожих явлений во время проведения строительства. Чаще всего применяется при постройке мостов, дамб и причалов (рис. 3.) [3].

– Обыкновенные железные шпунты. Так как шпунт Ларсена подразумевает собой сложную конструкцию и является несколько затратным, для ограждения котлованов

используются более дешёвые аналоги. Железные шпунты универсальны по своей натуре. После окончания стройки они извлекаются из земли и могут быть использованы при проведении другой работы (рис. 4.) [4].

– Бетонные шпунты обходятся несколько дороже железных. Их не извлекают по окончании работы, и они становятся единым целым с фундаментом будущей постройки. Такой вид практически постоянно используется во время стройки многоэтажных домов.

– Деревянные шпунты хоть значительно дешевле остальных конструкций, но не раз подтверждали свою бесполезность: повторное использование их невозможно [4].



Рис. 3. Шпунт Ларсена



Рис. 4. Железные шпунты, Z-образные

Несмотря на множество плюсов данной технологии, она имеет такие недостатки, как неэстетичный внешний вид, коррозия, которая со временем уничтожает шпунтовую стену, большой вес, что ведет к увеличению затрат на доставку и установку, а также необходимость регулярной антикоррозийной обработки, что так же увеличивает стоимость обслуживания.

Шпунтовые ограждения в нашем случае сложно применимы, но при использовании на начальных этапах строительства, позволит обезопасить здание в будущем от осыпания почв и подмыва грунтовыми водами. Наилучшим материалом при постройке жилого дома, по моему мнению, является железобетон, так как, несмотря на большую стоимость из него шпунтов, он позволяет использовать его и после строительства и не требует дополнительных трат на уход, в отличие от железных конструкций.

### **Литература**

1. Астафьева Н.С. Защита подземных частей зданий и сооружений от воздействия подземных вод [Текст] / Астафьева Н.С., Попов Д.В., Фомина Ю.А., Якупова Г.И.// Региональное развитие № 3,4 2014 г. - С.1-4.

2. Петров А.В. Дренажные системы зданий и сооружений в Иркутском регионе [Текст] / Петров А.В., Воробьева М.Ю., Стрельцов А.С.// Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость 2016 г.- С. 2-9.

3. Шпунтовое ограждение котлованов – устройство, виды, и монтаж виды [Электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://vamzabor.net/other/shpuntovoe-ograzhdenie-kotlovana.html>. (дата обращения: 03.21.19)

4. Металлический шпунт и его виды [Электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://arcticgs.ru/product/metallicheskij-shpunt>. (дата обращения: 03.21.19)

УДК 711.01.09

## **Роль и место Душанбинской агломерации в системе расселения республики Таджикистан**

Л.В. Перетолчина, Л.В. Глебушкина, С.А. Собиров

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** система расселения, узел концентрации населения, агломерация.

*В статье рассматривается система городского расселения республики Таджикистан и роль Душанбинской агломерации в процессе ее формирования. Оценка сложившейся системы расселения включала в себя определение показателей: плотности городского населения, коэффициента агломеративности и коэффициента формы.*

*В процессе исследования было определено, что на территории республики сложились два урбанизированных узла концентрации населения: в Гиссарской долине и в Согдийской области, ядрами которых являются г. Душанбе и г. Худжанд соответственно. Душанбинская агломерация имеет линейно-лучевую планировочную структуру и коэффициент агломеративности, свидетельствующий о сформированности и развитости ее внешней среды. Второй узел формируется на базе крупного города Худжанда и имеет линейную форму планировочной структуры. Доля городского населения составляет 26,4% от всей численности населения, что свидетельствует о слабой урбанизированности территории республики Таджикистан.*

Агломерация (от лат. agglomerare – присоединять, накапливать) – компактное расположение, группировка городских поселений, объединенных в единое целое интенсивными производственными, трудовыми, культурно-бытовыми и рекреационными связями [1].

При этом выделяется ядро – центр городской агломерации, и его сателлиты – группа поселений, территориально близких и присоединенных в процессе образования к центру агломерации. Социально-экономический потенциал крупнейшего ядра неизбежно подпитывает ближайшие поселки. В свою очередь, сателлиты обеспечивают центр разного рода ресурсами, усиливая его потенциал [1].

На территории Республики Таджикистан расположены: одна крупная агломерация – г. Душанбе (831400 жителей), три крупных города с численностью населения более 100 тыс. жителей – г. Худжанд, г. Курган-Тюбе и г. Куляб; шесть больших городов с численностью населения от 40 до 100 тыс. ж. – г. Истаравшан, г. Турсунзаде, г. Канибадам, г. Исфара, г. Вахдат, г. Пенджикент; восемь средних городов с численностью населения от 10 до 40 тыс. ж. – г. Нурек, г. Хорог, г. Бустон, г. Гиссар, г. Дангара, г. Фархор, г. Восе и г. Гулистон. Общая численность населения в 18-ти городах республики 1705,9 тыс. жителей, что составляет 26,4% от всего населения – 8931,2 тыс. ж. Преобладает сельское расселение – 73,6%, что свидетельствует о слабой урбанизированности территории республики.

Для выделения урбанизированных районов и зон следует использовать логико-картографический метод. Его основу составляет определение ареалов высокой урбанистической концентрации населения путем нанесения на карту зон влияния (транспортной доступности) городов с населением свыше 50 тыс. жителей. Метод определения зон влияния города (предложен В.А.Шупером) основан на использовании потенциала поля расселения. Величина радиуса зоны влияния рассчитана по формуле, которая установлена эмпирическим путем (по данным на 1979 г.):

$$R_H = \sqrt[3]{\frac{H}{4}} \quad (1)$$

где  $H$  – население города. Величина радиуса изменяется от 25км (для города с населением в 50 тыс. жителей) до 125 км для города Москва (8 млн жителей) следующим образом (табл. 1).

Таблица 1

Радиус (R) зон влияния городов в зависимости от численности их населения (H)

H, тыс.жит	50	100	250	500	1000	2000	4000	8000
R, км	25	30	40	50	63	80	100	125
$R_H$ – Душанбе				59,24				

Город Душанбе с  $R_H = 59,24$  км – точно вписывается в градостроительную теорию.

На территории республики Таджикистан сформировались два урбанизированных узла. Урбанизированные узлы (центры) – это, как правило, большие города и агломерации, расположенные вдоль транспортно-коммуникационных осей и на их пересечении.

Численность населения республики Таджикистан на 1 января 2018 г. составляет 8931,2 тыс. человек [2], проживающих на территории 143100 кв.км. (рис.1).



Рис. 1. Республика Таджикистан

В первом, наиболее крупном узле (рис.2) ядром является Душанбинская агломерация, где проживает 36,23% всего городского населения и 9,3% всего населения республики. С 1924 года город официально стал называться Душанбе. Он развивался неравномерно. На графике (рис.3) виден быстрый рост до 1989 года и падение численности до 1996 года. Причиной падения численности населения города является гражданская война с 1990 по 1996 годы.

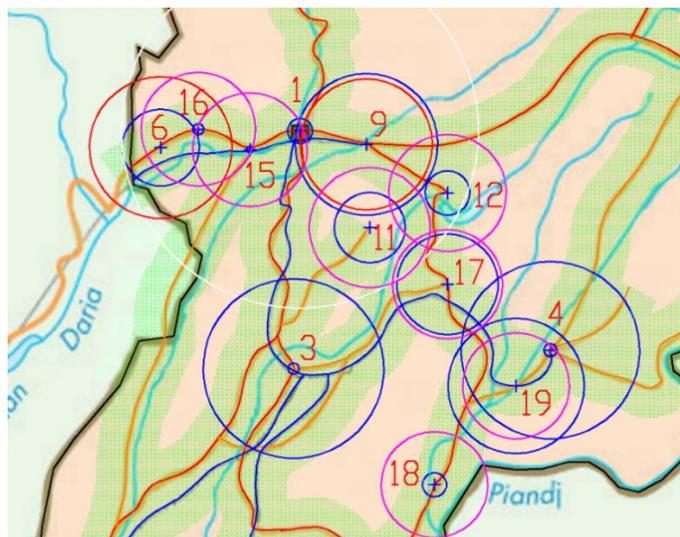


Рис. 2. Первый урбанизированный узел респ. Таджикистан (1 – г. Душанбе)

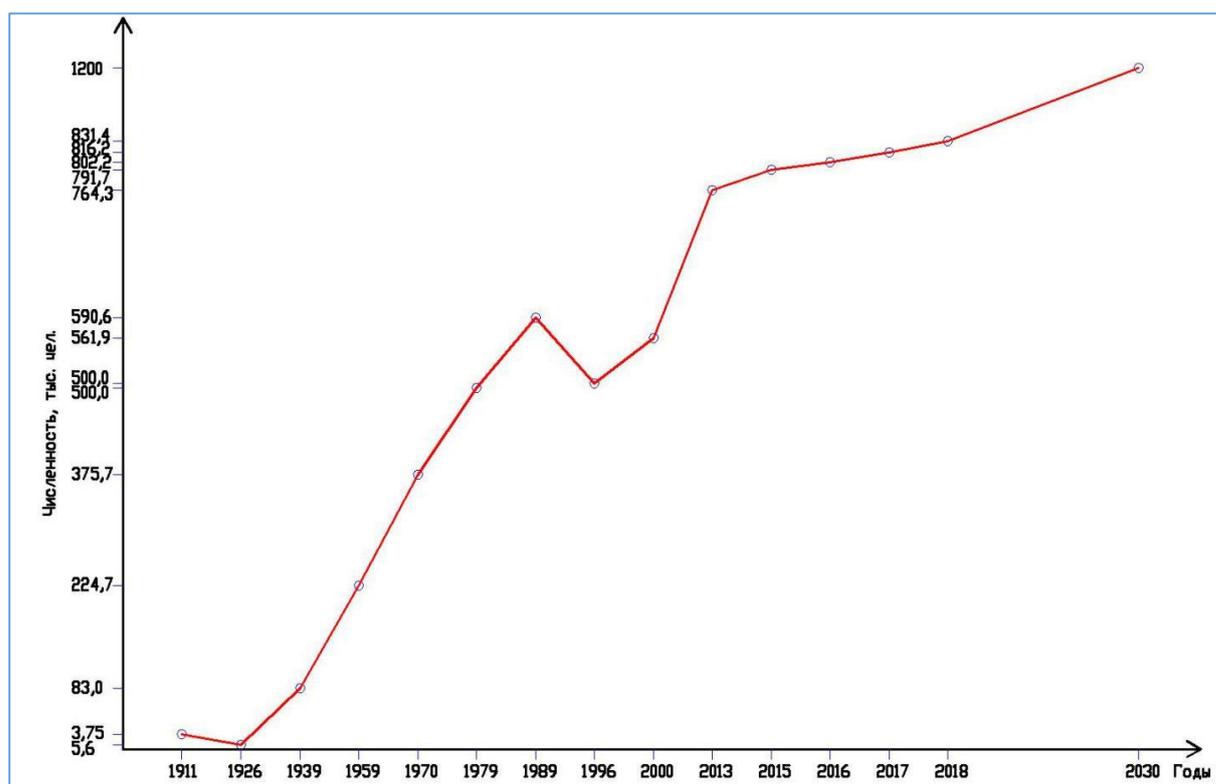


Рис. 3. График изменения численности населения г. Душанбе.

При повышении численности населения к 2030 г. до 1100-1200 тыс., согласно данным проектным институтом «Гипрогор» возникнет необходимость строительства метро, и тогда форма планировочной формы города разовьётся до радиально-кольцевой.

Во втором узле ядром является г. Худжанд (рис.4), где проживает 7,6% всего городского населения (179,0 тыс. человек) и 2% всего населения республики. Он расположен в 200 км к северо-востоку от Душанбе (по дороге – 341 км), на берегах Сырдарьи, ниже Кайраккумского водохранилища, в 35 км выше узбекистанского Бекабада. Вход в Ферганскую долину находится между отрогами Туркестанского хребта на юге и горами Моголтау на севере. Худжанд является одним из древнейших городов Центральной Азии. Второй по размеру город Таджикистана, важный транспортный узел, политический, экономический, культурный и научный центр страны.



Рис. 4. Второй урбанизированный узел республики Таджикистан (2 - г. Худжанд).

Для оценки степени развитости урбанизированных узлов были определены два показателя: коэффициент агломеративности и коэффициент формы.

Коэффициент агломеративности - характеризует сформированность и развитость внешней среды. Подсчитывается как плотность сети городских поселений, отнесенная к среднему кратчайшему расстоянию между ними:

$$K_a = (N / S) \cdot L, \quad (2)$$

где N – число городских населенных пунктов на территории агломерации;  
S – площадь территории агломерации, км<sup>2</sup>;  
L – кратчайшее расстояние между городскими пунктами [1].

Коэффициент формы:

$$K_f = c / d \quad (3)$$

где c - число всех ребер схемы планировочной структуры;  
d, - число ребер схемы планировочной структуры на кратчайшем пути между наиболее удаленными друг от друга вершинами [3];

Таблица 2

Уровень агломеративности городов республики Таджикистан

№	Наименование районов, городов и поселков	Форм планировочной структуры	Коэф. формы: $K_f = c/d$ [3]	Коэф. агломеративности: $K_a = (N/S) \cdot L$ [1]	Планировочная форма	Значение показателя людности [5]
1. 1.1 1.2 1.3 1.4 1.5	г. Душанбе п. Чорбог п. Кайрагач п. Лелинград п. Аккураган п. Чиптепа		1,66	0,4	линейно-лучевая	крупный город
2 2.1	г. Худжанд п. Чкаловск		1	0,002	линейная	крупный город

На исследуемой территории главный город-центр (г. Душанбе) смещен на запад по отношению ко всей территории республики. Это обусловлено тем, что Таджикистан горная страна: - горы занимают 93% территории, более половины территории находится на высоте более 3000 м. В восточной части страны расположены Памирские горы и большая часть Памирского плато. На северо-востоке находится высочайшая точка Таджикистана, - пик Коммунизма (7498 м) [4].

Следует отметить, что в республике формируется переходный тип транспортной инфраструктуры, специфика которого состоит в том, что он, все еще частично сохраняя «тупиковые» черты, в то же время постепенно приспосабливается к потребностям уровня развития производства регионов и рыночной экономики Республики Таджикистан.

В зависимости от территориально- географических и горных особенностей республики ее регионы составляют семь транспортно-географических зон: Гиссарская, Раштская, Кулябская, Кургантюбинская, Зеравшанская, Северная и Горно-Бадахшанская зона.

Проведённое исследование показало, что формирование урбанизационного каркаса территории республики Таджикистан находится в стартовой позиции и на динамику его развития окажет существенное влияние выбор направлений развития Душанбинской агломерации и формирование концепции ее планировочной структуры.

### Литература

1. Лапко Г., Полян П., Селиванова Т. Агломерации России в XXI веке // Вестник Фонда регионального развития Иркутской области. - 2007. - № 1. - С. 45 - 52.
2. Статистический сборник «Численность населения республики Таджикистан на 1 января 2018 года», под редакцией Хасанзода Г.К. – 53 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://stat.www.tj/files/cislennost\\_naselenia\\_na\\_1.01.2018.pdf](http://stat.www.tj/files/cislennost_naselenia_na_1.01.2018.pdf)
3. Принципы формирования групповых систем населенных мест. Совместное исследование по плану научно-технического сотрудничества между СССР и ЧССР. – М., 1978. – 131 с.
4. Душанбе. Энциклопедия / Гл. науч. ред. М.Д. Диноршоев. – Душанбе: Главная научная редакция Таджикской Национальной Энциклопедии, 2004. – 132 с.
5. Дохолян А.С. Стратегия комплексного инновационного развития как основа эффективной экономической и социальной политики региона / А.С. Дохолян // Региональные проблемы преобразования экономики. - 2011. - № 2. - С. 55 - 64.

УДК 67.13.51

## Реконструкция промышленных зданий: виды, этапы, специфика

А.В. Цимбалей

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** реконструкция, износ, срок службы конструкции, техническая оценка, аварийное состояние.

*На сегодняшний день реконструкция промышленных зданий и сооружений считается основным способом решения проблемы модернизации. Одним из основополагающих принципов правильной эксплуатации зданий и сооружений является обеспечение их безопасности, надежности. Важнейшим мероприятием, способствующим поддержанию зданий в надлежащем состоянии, являются техническое обследование и мониторинг. Выполнение данных работ позволяет дать комплексную оценку постройки в целом, либо определить техническое состояние отдельно взятых конструкций для возможности своевременного принятия мер, обеспечивающих дальнейшую безаварийную работу объекта.*

*В данной статье описан процесс реконструкции зданий и сооружений, его значение и специфика. Рассмотрены виды, этапы реконструкции, моральный и физический износ, срок службы конструкции, исправное, работоспособное, ограниченно работоспособное, неработоспособное или аварийное состояние.*

В соответствии с требованиями нормативной документации, вновь построенное здание необходимо обследовать не позднее чем через 2 года после его ввода в

эксплуатацию. В дальнейшем плановые обследования должны производиться постоянно, с временными интервалами не более 10 лет (или 5 лет для зданий, эксплуатирующихся в сложных условиях). Периодичность обследований уточняется в паспорте технического состояния объекта.

Реконструкция – комплекс строительных работ и организационно-технических мероприятий, связанных с изменением основных технико-экономических показателей (нагрузок, планировки помещений, строительного объема и общей площади здания, инженерной оснащенности) с целью изменения условий эксплуатации, максимального восполнения утраты от имевшего место физического и морального износа, достижения новых целей эксплуатации зданий [1].

Цель реконструкции – определение деформаций строительных конструкций реконструированного здания от возможных силовых воздействий на конструктивные элементы здания, обеспечивающие его пространственную жесткость и неизменяемость. Эти работы требуют индивидуальных подходов, отличных от конструктивных решений при новом строительстве.

Выбор объемно-планировочных, конструктивных решений, технологии и организации производства работ, материалов, в том числе композитных и нано, при реконструкции зданий и сооружений должен быть обоснован не только с экономической, но и с экологической точки зрения, на основе тщательно разработанных нормативных документов по российским стандартам.

Реконструкция зданий – одно из наиболее сложных и трудоемких направлений в современном строительстве, требующее значительных финансовых и временных затрат.

Реконструкция зданий и сооружений выполняется на протяжении нескольких последовательных этапов:

– предпроектная стадия, в ходе которой происходит изучение общей ситуации, принимаются решения по поводу перечня необходимых работ и мероприятий.

– обследование здания или сооружения, необходимое для предупреждения возможных ошибок в процессе реконструкционных работ. Во время обследования проводится изучение состояния грунтов, рельефа, гидрогеологических показателей, а также анализ состояния наземных и подземных конструкций сооружения с целью оценки их дальнейшей эксплуатации.

– тщательное инструментальное исследование имеющихся дефектов, а также изучение в лабораторных условиях образцов грунта и материалов. По результатам проведенного обследования составляется подробный отчет, на основе которого принимаются дальнейшие решения по реконструкции.

– разработка проекта реконструкции здания или сооружения. Данный проект по структуре напоминает проект нового строительства за исключением гораздо меньшего количества входящей в него документации. В завершении данного этапа выполняется рассмотрение и утверждение готового проекта.

Техническая необходимость реконструкции вызвана прежде всего моральным и физическим износом, накопленным за годы эксплуатации.

Физический износ конструкций зданий и сооружений - это потеря ими своих первоначальных качеств.

Моральный износ (старение) здания и сооружения различают двух форм:

– под моральным износом первой формы понимают обесценивание ранее построенных здания и сооружения. Он не имеет практического значения, ибо здания и сооружения не могут быть проданы на рынке и подлежат сносу или разборке;

– моральный износ второй формы - это технологическое старение, требующее дополнительных капитальных вложений на модернизацию здания и сооружений в соответствии с современными технологиями.

Срок морального износа оборудования 7-10 лет (естественно, в период научно-технического прогресса), срок эксплуатации промышленных зданий составляет 80-100 лет,

горячих цехов черной металлургии - 40-60 лет. Таким образом, за период эксплуатации здания возможно 5÷8-ми кратное обновление оборудования – это первая причина, а вторая связана с необходимостью выполнения работ по восстановлению несущей способности конструкций и повышению долговечности зданий и сооружений. [2].

Экономическая эффективность капитальных вложений в реконструкцию обычно выше, чем в новое строительство. При новом строительстве промпредприятий необходимо осуществлять весь комплекс строительно-монтажных работ, начиная с инженерной подготовки территории, инженерных коммуникаций, то при реконструкции – только частичное переустройство сооружений и коммуникаций.

Реконструкция промышленных зданий определяется:

1. Темпами прогресса в технике и технологии производства.

2. Ресурсами новой, более прогрессивной техники.

3. Истечением срока службы конструкций, а также физическим и моральным износом конструкций.

Под сроком службы конструкций понимается календарное время, в течение которого под воздействием различных факторов они приходят в состояние, когда дальнейшая эксплуатация становится недопустимой, а восстановление – экономически нецелесообразным. Срок службы здания определяется сроком службы несменяемых конструкций: фундаментов, стен, каркасов.

Согласно ГОСТ 27751-2014 «Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения» примерные сроки службы зданий и сооружений приведены в таблице 1.

Оценка технического состояния конструкций здания выполняется по данным полного или выборочного обследования конструкций на основании результатов поверочного расчета, анализа опыта эксплуатации, а в некоторых случаях и натурных испытаниях. По результатам обследования составляется акт, заключение или отчет о техническом состоянии конструкций здания, где приводятся сведения об имеющейся документации, особенности эксплуатации конструкций, дефекты и повреждения, снижающие несущую способность конструкций, поверочные расчеты, а также оценка технического состояния конструкций с отнесением конструкций к одной из пяти категорий: исправное, работоспособное, ограниченно работоспособное, неработоспособное (недопустимое) или аварийное. После этого приводятся рекомендуемые мероприятия с учетом выявленного технического состояния.

Таблица 1

Примерные сроки службы зданий и сооружений

Наименование объекта	Примерные сроки службы
1. Временные здания и сооружения (бытовки строительных рабочих и вахтового персонала, склады временные, летние павильоны и т.п.)	Менее 10 лет
2. Сооружения, эксплуатируемые в условиях сильноагрессивных сред (сосуды и резервуары, трубопроводы предприятий нефтеперерабатывающей, газовой и химической промышленности, сооружения в условиях морской среды и т.п.)	Менее 25 лет
3. Здания и сооружения массового строительства в обычных условиях эксплуатации (здания жилищно-гражданского и производственного строительства)	50 лет
4. Уникальные здания и сооружения (здания основных музеев, хранилищ национальных и культурных ценностей, произведения монументального искусства, стадионы, театры, большепролетные сооружения и т.п.)	100 лет

Реконструкция зданий и сооружений может осуществляться несколькими способами [3]:

– замена несущих и ограждающих конструкций (полная или частичная);

– изменение объемно-планировочного решения здания (габаритов помещений и положения конструкций, увеличение шага и пролета);

– усиление и восстановление конструкций, их элементов и соединений различными способами;

– снижение постоянных и временных нагрузок; выявление резервов несущей способности.

Основные факторы, вызывающие необходимость усиления и восстановления конструкций, можно классифицировать по следующим признакам [1]:

1. Изменение условий эксплуатации:

– увеличение нагрузки;

– изменение режима эксплуатации, вызванные реконструкцией или сменой функционального назначения здания.

2. Начальные конструктивные дефекты:

– ошибки проектирования: неудачно выбранная расчетная схема всего здания или отдельных конструкций; недоучет или занижение сочетаний расчетных нагрузок и других воздействий; проектирование здания без достоверных или неполных геологических или гидрогеологических исследований грунтов основания; малая глубина заложения фундаментов; недостаточная прочность, устойчивость и жесткость запроектированной конструкции из-за ошибочного расчета, недоучета требований СНиП; отсутствие учета влияния новых фундаментов пристраиваемых зданий на существующие и т.п.;

– дефекты изготовления и монтажа: неправильная геодезическая разбивка осей, несоблюдение вертикальности стен, колонн и т. д.; отступления от правил производства работ в период строительства, особенно в зимний период; применение некачественных материалов или неудачная замена арматуры или профилей, классов стали и бетона; несоблюдение технологий бетонных работ, толщины защитного слоя бетона, расстояний между стержнями; перегрузка конструкций увеличенной массой элементов (слоев) по сравнению с проектом и т.п.;

– недостаточная жесткость и устойчивость конструкций или их элементов и т.п.

3. Эксплуатационный износ:

– истирание;

– коррозия материалов;

– потеря прочности в результате действия динамических и вибрационных нагрузок;

– действие высокой или низкой температуры;

– дефекты или отсутствие защитных покрытий и т.п.

4. Случайные повреждения:

– выход из строя отдельных элементов;

– повреждения стихийного характера: землетрясения, ураганы, наводнения.

5. Приобретенные конструктивные дефекты:

– неправильная эксплуатация: отсутствие периодического осмотра и профилактических ремонтов конструкций и защиты их от коррозии; перегрузка конструкций оборудованием, снегом и пылью; устройство непредусмотренных проектом отверстий в несущих конструкциях, разрезка профилей, арматуры и т. д.; промерзание стен, фундаментов, грунтов основания; пролив жидкостей, кислот, масел на несущие конструкции и т.п.

Для выбора наиболее оптимального проектного решения усиления или восстановления конструкций необходимо разработать и проанализировать несколько вариантов реконструируемых мероприятий, сравнить их технико-экономическую эффективность и технологичность выполнения работ, а также сроки их выполнения [1].

Регулярное проведение обследования зданий и сооружений — необходимое условие правильной эксплуатации, несоблюдение которого может привести не только к значительному ущербу, но и к человеческим жертвам. Своевременное обследование позволяет выявить дефекты строения, сделать прогноз их развития и оперативно принять необходимые меры по их устранению или стабилизации негативных процессов.

### **Литература**

1. Иванов Ю.В. Реконструкция зданий и сооружений: усиление, восстановление, ремонт / Учебное пособие. – М.: Издательство АСВ, 2012. – 312 с.
2. Кочерженко В.В., Лебедев В.М. Технология реконструкции зданий и сооружений: Учебное пособие. -М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007 -224с.
3. Ишин А.В., Лapidус А.А., Теличенко В.И. и др. Технологические и организационные аспекты реконструкции зданий // Технология и организация строительного производства - № 3(8). - Москва: Изд-во Международный центр по развитию и внедрению механизмов саморегулирования. - 2014.- с.10-17.

## *Менеджмент*

УДК 005.921.1

### **Технология Блокчейн для решения проблем организации документооборота предприятий**

В.С. Батырь

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** блокчейн, криптография, криптографическая хеш-функция, документооборот организации, документооборот предприятия.

*В статье приводится сущность технологии «Блокчейн», ее основные характеристики и свойства. В процессе изучения характеристик «Блокчейна» выделены наиболее важные: децентрализация, стойкость к несанкционированному изменению записей и к их удалению. Описана реализация «Хеш-функции» как неотъемлемой части Блокчейна и выделены свойства «Хеш-функции» для более наглядного разъяснения механизма шифрования, защиты и целостности данных. Графически представлена структура цепочки блоков данных в Блокчейне. Исходя из характерных свойств Блокчейна, описано применение данной технологии для оптимизации процесса документооборота на предприятиях. Выделены типичные ошибки, которые совершаются при организации документооборота предприятия, такие как введение новых или ошибочных документов в документооборот и недостаточная их стандартизация, а также причина появления этих ошибок. Приведены примеры, конкретизирующие преимущества технологии «Блокчейн» для организации документооборота в предприятии.*

Блокчейн – это журнал с записями в хронологическом порядке, хранящийся в открытой и распределённой базе данных. Слово «Blockchain» (Блокчейн) дословно переводится как «Цепочка блоков транзакций» [1].

В реальной жизни пример такого журнала можно описать так: все страницы журнала нумеруют, прошивают шнуром, проклеивают и ставят печать с подписью. Если конвертировать такой журнал в электронный вид, то мы можем также проводить аналогичные операции с помощью математики и криптографии, которые в своём объединении дают базу для Блокчейна.

Из важнейших характеристик технологии «Blockchain» можно выделить следующие:

Во-первых, каждый желающий может иметь у себя копию такого журнала, и в любой момент просмотреть в нём необходимые записи. Компьютер, в котором хранится данный журнал и программное обеспечение, поддерживающее эту базу данных в актуальном состоянии называется «Нода».

Во-вторых, учитывая первое свойство Блокчейна, данные из такого журнала практически невозможно уничтожить, так как для этого пришлось бы удалять данные из каждой «Ноды» которая хранит этот Блокчейн.

В-третьих, Блокчейн – это математически гарантированная защита от несанкционированного изменения старых записей.

Третье свойство Блокчейн реализует с помощью так называемой «Хеш-функции». «Хеш-функция» - криптографическая функция шифрования данных (рис.1) [2].

$H(15 \times 4) = b5213a228dde38bcb44ced2f1cf257a1$   
 $H(15 \times 4!) = 225680f68f1dfa08619feb99a92977c9$   
 $H(154) = 1d7f7abc18fcb43975065399b0d1e48e$   
 $H(155) = 2a79ea27c279e471f4d180b08d62b00a$   
 $H(15 \times 4 - \text{сообщество молодых ученых и популяризаторов науки})$   
 $= ff5fca99e692d895a0275f26fddd63c$

Рис.1. Пример криптографической хеш-функции

Криптографические функции, в свою очередь, построены таким образом, что при малейшем изменении входных данных результат шифрования полностью изменяется. Из этого можно выделить 3 свойства хеш-функций:

– лавинный эффект – при малейшем изменении данных, результат хеширования полностью изменяется;

– необратимость – означает то, что если нам известен результат шифрования, то первоначальные данные которые использовались для хеширования мы вычислить не сможем;

– стойкость к коллизиям. Коллизией называют ситуацию, когда два разных входящих значения дают при шифровании одинаковый результат. Коллизии существуют для большинства хеш-функций, но для развитых алгоритмов хеширования частота возникновения коллизий стремится к нулю.

Как и любом журнале, в базе данных, созданной по технологии «Blockchain», хранятся записи, созданные в хронологическом порядке (рис.2).

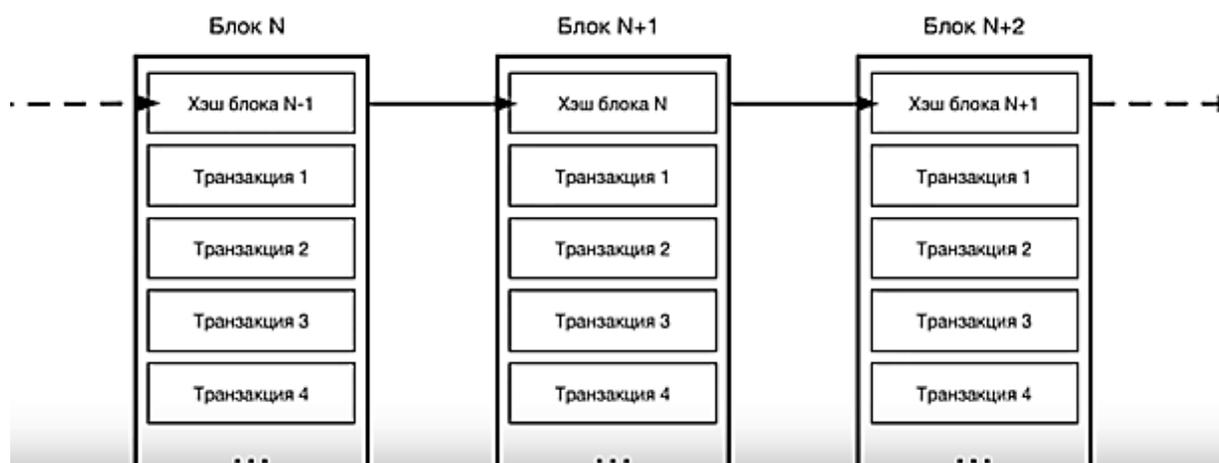


Рис.2. Структура цепочки блоков транзакций

В представленной схеме Блокчейна «Хеш-сумма» предыдущего блока «N» вкладывается в следующий блок «N+1», «Хеш-сумма» блока «N+1» вкладывается в блок «N+2» и так далее. Это и приводит к тому, что при попытке изменения предшествующих блоков, все следующие за ним блоки становятся недействительными.

Содержимое самого первого блока «зашифровано» в программном коде. О нём договариваются разработчики, и это подразумевает его идентичность во всех компьютерах, где хранится данный Блокчейн.

Для того, чтобы определить необходимость внедрения данной технологии в документооборот предприятий, нужно обратить внимание на типичны ошибки организации существующего документооборота.

Основные ошибки и проблемы, которые допускает организация в процессе документооборота, и на которые стоит обратить внимание выглядят следующим образом [3]:

– введение новых или умышленно ошибочных версий документов без изъятия старых;

– недостаточная стандартизация документов в организации.

Иными словами, следствием существующих проблем организации документооборота является его неэффективная структура. Поэтому на эту систему ложится существенная нагрузка, что в свою очередь ведет к увеличению издержек на обслуживание такой системы.

Если спроецировать характеристики Блокчейна на существующие распространенные проблемы организации документооборота в предприятии, то решения проблем могут выглядеть следующим образом.

Предположим, у организации есть перечень оборудования, которое находится в собственности. В зависимости от масштабов предприятия, такой перечень будет часто изменяться. Для таких частых изменений негативную роль может сыграть человеческий фактор: ответственные лица за ведение этого перечня могут либо допустить ошибку в нем, либо продублировать его в системе. Тогда введение новых или ошибочных документов в систему документооборота организации на Блокчейне без изъятия старых будет невозможно по нескольким причинам.

В системе документов на Блокчейне каждый документ имеет собственную «Хеш-сумму», которая определяет его целостность и безошибочность. Эти «Хеш-суммы» в системе постоянно сравниваются друг с другом, для поддержания системы документов в организации в целостном состоянии, не допуская ошибок. И если организация закупает, к примеру, 10 единиц оборудования, Блокчейн автоматически сравнит «Хеш-сумму» этих единиц оборудования в существующей системе закупок предприятия, а также «Хеш-сумму» в бухгалтерском учете организации. Исходя из первой характеристики Блокчейна, малейшее несоответствие входных данных изменяет контрольную «Хеш-сумму» до неузнаваемости, и как следствие, Блокчейн будет оперативно информировать сотрудников о том, что целостность системы не может быть осуществлена с внедрением определенных данных в цепочку документных блоков.

Еще одна проблема, которую может решить Блокчейн – недостаточная стандартизация документов и контроль за их стандартизацией. Зачастую, в крупных предприятиях наблюдается несогласованная структура документов – один отдел имеет одну структуру составления документов, другой – иную. Следствием этого является более сложное сравнение и согласование документов в предприятии. В данном случае Блокчейн попросту не допустит запись нестандартного документа в систему – разные структуры составления документов будут исключены ввиду того, что «Хеш-сумма» нестандартного документа будет отклонена системой и документ будет автоматически отправлен на исправление сотрудникам предприятия.

Можно сделать вывод, что основная причина проблем организации документооборота сводится к человеческому фактору. Блокчейн исключает эту причину, так как Блокчейн – это математически и криптографически гарантированная защита данных от ошибок и несанкционированного их изменения. Поэтому данная технология будет поддерживать систему документооборота в организации практически идеальной, исключая вышеназванные проблемы.

### **Литература**

1. Свон М. Блокчейн. Схема новой экономики – М.: Олимп-Бизнес, 2017. – 240 с.
2. Васильева И. Криптографические методы защиты информации: Учебник и практикум. - М.: Юрайт, 2016. – 350 с.
3. Документооборот в организации | Статьи [Электрон. ресурс]. URL: <https://www.sekretariat.ru/article/210714-qqq-16-m11-30-11-2016-qqq-16-11-dokumentoorobot-v-organizatsii>

УДК 657.62

## **Анализ нематериальных активов ПАО ГМК «Норникель» по методике Ю.А. Прокопьевой**

Я.В. Говорина, В.С. Кузнецова

Сибирский Федеральный Университет, пр. Свободный 79, Красноярск, Россия,  
Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** нематериальные активы, вертикальный и горизонтальный анализ, «Норникель».

*В настоящее время формирование исчерпывающей информации о хозяйственных процессах практически невозможно без данных о нематериальных активах. Для того, чтобы эффективно вести бухгалтерский учёт в компании согласно нормативным и законодательным актам, необходимо рассмотрение вопросов учёта и оценки стоимости нематериальных активов (НМА). В данной статье рассматриваются нематериальные активы предприятия ПАО ГМК «Норникель». Также проводится их вертикальный и горизонтальный анализ. Однако для более точного получения информации о работе НМА данного предприятия была выбрана методика анализа Прокопьевой Ю.А. В итоге получены выводы об эффективности использования НМА данного предприятия.*

К нематериальным активам относятся результаты интеллектуальной деятельности и иные объекты интеллектуальной собственности, которые предполагается использовать в производстве продукции (выполнении работ, оказании услуг) или для управленческих нужд организации в течение периода времени свыше 12 месяцев [1].

В составе нематериальных активов Компании (ПАО ГМК «Норникель») признаются следующие активы:

- исключительные права патентообладателя на изобретение, промышленный образец, полезную модель;
- исключительные права владельца на товарный знак и знак обслуживания (кроме созданных внутри Компании), наименование места происхождения товаров;
- исключительные авторские права на программы для ЭВМ и базы данных; имущественное право автора или иного правообладателя на топологии интегральных микросхем;
- исключительное право патентообладателя на селекционные достижения;
- деловая репутация Компании;
- лицензии на право пользования недрами;
- геологическая информация;
- лицензии на осуществление лицензируемых видов деятельности;
- лицензии с неисключительным правом пользования;
- неисключительные права пользования на программы для ЭВМ и базы данных;
- прочие неисключительные права пользования нематериальными активами;
- прочие нематериальные активы [2].

Проведем анализ динамики и структуры нематериальных активов ПАО ГМК «Норникель» путем проведения анализа нематериальных активов по методике Прокопьевой Ю.В [3].

Для оценки состояния и движения нематериальных активов автор рассчитывает показатели, представленные в таблице 1. Тесную связь нематериальных активов с инновациями, по мнению автора, показывает расчет показателя инновационности: отношение возможных, потенциальных нематериальных активов к величине признанных нематериальных активов.

Таблица 1

Показатели оценки состояния и движения нематериальных активов

Показатель	Расчетная формула
Коэффициент износа или коэффициент использованности нематериальных активов	$A_n(k) / HMA_n(k)$ , где $A_n(k)$ — амортизация нематериальных активов на начало (конец) года; $HMA_n(k)$ — первоначальная стоимость нематериальных активов на начало (конец) года
Коэффициент годности или коэффициент остаточной стоимости нематериальных активов	$1 - K_i$ ; $(HMA_n(k) - A_n(k)) / HMA_n(k)$ ; $HMA_{o.n}(k) / HMA_n(k)$ , где $K_i$ — коэффициент износа или коэффициент использованности нематериальных активов; $HMA_{o.n}(k)$ — остаточная стоимость нематериальных активов на начало (конец) года
Коэффициент поступления	$HMA_{п.н} / HMA_{к.н}$ , где $HMA_{п.н}$ — первоначальная стоимость нематериальных активов, поступивших в течение года; $HMA_{к.н}$ — первоначальная стоимость нематериальных активов на конец года
Коэффициент обновления	$HMA_{п.н} / HMA_{к.н}$ , где $HMA_{п.н}$ — первоначальная стоимость новых нематериальных активов, поступивших в течение года; $HMA_{к.н}$ — первоначальная стоимость нематериальных активов на конец года
Коэффициент стабильности	$(HMA_n - HMA_{в.н}) / HMA_n$ , где $HMA_n$ — первоначальная стоимость нематериальных активов на начало (конец) года; $HMA_{в.н}$ — первоначальная стоимость нематериальных активов, выбывших в течение года
Коэффициент выбытия	$HMA_{в.н} / HMA_n$ , где $HMA_n$ — первоначальная стоимость нематериальных активов на начало (конец) года; $HMA_{в.н}$ — первоначальная стоимость нематериальных активов, выбывших в течение года
Коэффициент срока полезного использования	$HMA_n / HMA_{в.н}$ ; $1 / K_{в.н}$ , где $K_{в.н}$ — коэффициент выбытия
Индекс соотношения коэффициентов обновления и выбытия	$K_o / K_{в.н}$ , где $K_o$ — коэффициент обновления; $K_{в.н}$ — коэффициент выбытия
Коэффициент инновационности	$V_{HMA} / HMA_{o}$ , где $V_{HMA}$ — незаконченные вложения, в том числе затраты на НИОКР; $HMA_{o}$ — общая стоимость нематериальных активов

Так как нематериальные активы применяются в деятельности предприятий, прежде всего в качестве ресурсного потенциала целесообразно проанализировать наличие нематериальных активов: изучить их динамику, структуру, состояние и движение:

- абсолютный прирост среднегодовой остаточной стоимости нематериальных активов,
- индекс роста нематериальных активов,
- темп прироста нематериальных активов,
- отношение абсолютного прироста нематериальных активов к абсолютному приросту валюты баланса,
- средний абсолютный прирост среднегодовой остаточной стоимости нематериальных активов,

- средний темп роста среднегодовой остаточной стоимости нематериальных активов,
- удельный вес нематериальных активов по классификационным признакам в их общей сумме,
- соотношение нематериальных активов и основных средств.

В связи с этим актуальным является проведение вертикального (таблица 2), горизонтального (таблица 3) сравнительного анализа.

Оценка эффективности использования нематериальных активов производится по показателями, которые представлены ниже:

- 1) Коэффициент обоснованности авансирования капитала в приобретение нематериальных активов
- 2) Отдача (оборачиваемость) НМА
- 3) Емкость НМА
- 4) Рентабельность НМА.

Важно, чтобы анализ эффективности использования нематериальных активов организации завершался обобщением резервов ее повышения, а также оценкой влияния использования нематериальных активов на результаты деятельности и финансовое состояние организации. В связи с этим актуальным является применение приемов факторного анализа. Автор использует факторную модель прибыли от объема и уровня доходности нематериальных активов, которая позволяет оценить влияние изменения объема и уровня доходности нематериальных активов на изменение прибыли организации:

$$\Pi = Д * НМА_{с.г}, \quad (1)$$

где  $Д$  – доходность нематериальных активов;  
 $НМА_{с.г}$  – среднегодовая стоимость нематериальных активов.

Расчет влияния факторов методом абсолютных разниц

$$\Delta\Pi_{НМА} = \Delta НМА * Д_0, \quad (2)$$

где  $\Delta\Pi_{НМА}$  – изменение прибыли за счет изменения объема нематериальных активов;  
 $\Delta НМА$  – изменение объема нематериальных активов в отчетном периоде по сравнению с базисным;  
 $Д_0$  – доходность нематериальных активов в базисном периоде;

$$\Delta\Pi_{Д} = НМА_1 * \Delta Д, \quad (3)$$

где  $\Delta\Pi_{Д}$  – изменение прибыли за счет изменения доходности нематериальных активов;  
 $НМА_1$  – объем нематериальных активов в отчетном периоде;  
 $\Delta Д$  – изменение доходности нематериальных активов в отчетном периоде по сравнению с базисным.

На завершающем этапе аналитической работы необходима комплексная оценка эффективности использования нематериальных активов и выработка рекомендаций по ее повышению. Это направление прежде всего реализуется на основе сравнений

Аналитические данные, которые представлены в таблице 2, показывают, что в основном большую долю (более 50%) в структуре нематериальных активов занимают неисключительные права на программы ЭВМ и базы данных, однако можно заметить, что к концу 2016 году основную долю имели прочие нематериальные активы (49,75%). На протяжении всего рассматриваемого периода исключительные права на товарный знак и знак обслуживания, наименование места происхождения товаров имеют наименьший удельный вес в общей сумме нематериальных активов, но при этом можно отметить, что их доля за два года увеличилась (с 0,08% с конца 2015 года до 0,55% на конец 2017 года).

Таблица 2

Вертикальный анализ нематериальных активов ПАО ГМК «Норникель»

Объекты нематериальных активов	На 31 декабря 2017 года		На 31 декабря 2016 года		На 31 декабря 2015 года	
	Сумма, тыс. руб.	Уд. вес, %	Сумма, тыс. руб.	Уд. вес, %	Сумма, тыс. руб.	Уд. вес, %
Исключительные права на программы ЭВМ, базы данных	152 062	4,18	177 610	5,74	190 202	14,14
Исключительные права на товарный знак и знак обслуживания, наименование места происхождения товаров	20 157	0,55	22 363	0,72	1 068	0,08
Неисключительные права на программы ЭВМ, базы данных	1 936 625	53,22	1 353 871	43,78	978 060	72,73
Прочие нематериальные активы	1 530 047	42,05	1 538 417	49,75	175 470	13,05
ВСЕГО	3 638 892	100	3 092 261	100	1 344 800	100

Таблица 3

Горизонтальный анализ нематериальных активов ПАО ГМК «Норникель»

Объекты нематериальных активов	На 31 декабря 2015 года	На 31 декабря 2016 года	Изменение		На 31 декабря 2016 года	На 31 декабря 2017 года	Изменение	
			тыс. рублей	%			тыс. рублей	%
Исключительные права на программы ЭВМ, базы данных	190 202	177 610	-12 592	-6,62	177 610	152 062	-25 548	-14,38
Исключительные права на товарный знак и знак обслуживания	1 068	22 363	21 295	1993,91	22 363	20 157	-2 206	-9,86
Неисключительные права на программы ЭВМ, базы данных	978 060	1 353 871	375 811	38,42	1 353 871	1 936 625	582 754	43,04
Прочие нематериальные активы	175 470	1 538 417	1 362 947	776,74	1 538 417	1 530 047	-8 370	-0,54
ВСЕГО	1 344 800	3 092 261	1 747 461	129,94	3 092 261	3 638 892	546 631	17,68

По данным таблицы 3 видно, что сумма нематериальных активов на протяжении всего рассматриваемого периода имеет тенденцию к росту, так за два года она увеличилась на 147,62% или 2 294 092 тыс. рублей, но наибольший прирост был в 2016 году (129,94%). Этот прирост в 2016 году был связан в большей части с увеличением прочих нематериальных активов на 776,74% (в абсолютном выражении на 1 362 947 тыс. рублей), помимо этого также произошло увеличение неисключительных прав на программы ЭВМ и базы данных более чем на 35% и исключительных прав на товарный знак и знак обслуживания, наименование места происхождения товаров более чем на 20 млн. рублей. Что касается исключительных прав на программы ЭВМ и базы данных, то в 2016 году произошло снижение их суммы на 6,62%

В 2017 году тенденция некоторых объектов нематериальных активов изменилась. Так исключительные права на товарный знак, знак обслуживания и наименование места происхождения товаров, а также прочие нематериальные активы имеют отрицательную динамику – сократились на 9,86% и 0,54% соответственно. При этом сумма исключительных прав на программы ЭВМ и базы данных имеет тенденцию предыдущего года – сократилась на 14,38% или 25,5 млн. рублей. К тому же в 2017 году сохранилась тенденция 2016 года касательно неисключительных прав на программы ЭВМ, базы данных, то есть их сумма увеличилась на 43,04%.

Далее проведем оценку динамики и структуры нематериальных активов ПАО ГМК «Норникель» с помощью показателей, представленных ранее (таблица 4).

Таблица 4

Оценка динамики и структуры нематериальных активов ПАО ГМК «Норникель»

Показатель	2016 год	2017 год	Изменение
Абсолютный прирост среднегодовой остаточной стоимости нематериальных активов, тыс. рублей	807 225	1 147 046	339 822
Индекс роста нематериальных активов	2,2994	1,1768	-1,1226
Отношение абсолютного прироста нематериальных активов к абсолютному приросту валюты баланса	-6,6411	-0,8130	5,8281
Средний абсолютный прирост среднегодовой остаточной стоимости нематериальных активов, тыс. рублей	403 611	573 522	169 911
Средний темп роста среднегодовой остаточной стоимости нематериальных активов	1,5720	1,5170	-0,0549
Соотношение нематериальных активов и основных средств	0,0211	0,0274	0,0063

Представленные в таблице 4 данные свидетельствуют о том, что на предприятии происходит увеличение нематериальных активов, что показывает абсолютный прирост среднегодовой остаточной стоимости нематериальных активов, который на протяжении двух лет имеет тенденцию к росту – увеличение на 339 822 тыс. рублей. При этом индекс роста нематериальных активов показывает, что увеличение нематериальных активов в 2017 году происходило уже не в таком темпе, как в предыдущем году, то есть индекс роста в 2017 году ниже, чем в 2016 году на 1,12 п. Отношение абсолютного прироста нематериальных активов к абсолютному приросту валюты баланса имеет тенденцию к росту на 5,83 п., что связано с увеличением суммы нематериальных активов и сокращением валюты баланса. Соотношение нематериальных активов и основных средств также имеет тенденцию к росту. Это происходит за счет одновременного роста и нематериальных активов, и основных средств.

Далее проведем анализ состояния и движения нематериальных активов ПАО ГМК «Норникель» (таблица 5), используя показатели, которые были рассмотрены в таблице 1.

Таблица 5

Анализ состояния и движения нематериальных активов ПАО ГМК «Норникель»

Показатель	2016 год	2017 год	Изменение
Коэффициент износа	0,38	0,43	0,05
Коэффициент годности	0,62	0,57	-0,05
Коэффициент обновления	0,51	0,22	-0,29
Коэффициент стабильности	0,9486	0,9989	0,05
Коэффициент выбытия	0,0514	0,0011	-0,05
Коэффициент срока полезного использования	19,45	896,34	876,90
Индекс соотношения коэффициентов обновления и выбытия	9,93	201,57	191,64
Коэффициент инновационности	1,34	1,70	0,35

Данные таблицы 5 свидетельствуют о том, что по состоянию на 2017 год нематериальные активы предприятия изношены на 43%, что выше на 5% чем в предыдущем году. Коэффициент годности соответственно снижается, но при этом превышает оптимальное значение, равное 0,5. Коэффициенты обновления, выбытия и стабильности показывают, что в отчетном году не происходило каких-либо серьезных изменений, касающихся движений нематериальных активов ПАО ГМК «Норникель», и что состояние НМА достаточно стабильное (99,89%) по сравнению с 2016 годом, о чем также может свидетельствовать коэффициент срока полезного использования. Это может быть вызвано тем, что обновление объектов нематериальных активов происходило в большей части в 2016 году. Коэффициент инновационности имеет тенденцию к росту, то есть сумма незаконченных вложений, приходящаяся на рубль нематериальных активов, увеличилась до 1,70 рубля.

Оценку эффективности использования нематериальных активов рассматриваемого предприятия провели с помощью показателей, представленных в таблице 6.

Таблица 6

Оценка эффективности использования нематериальных активов ПАО ГМК «Норникель»

Показатель	2016 год	2017 год	Изменение
Коэффициент обоснованности авансирования капитала в приобретение НМА	1,61	2,90	1,30
Отдача НМА	190,59	135,47	-55,12
Емкость НМА	0,0052	0,0074	0,00214
Рентабельность НМА	55,34	38,64	-16,70

По данным, представленным в таблице 6, можно сказать, что эффективность использования нематериальных активов на предприятии снижается. Об этом может свидетельствовать рентабельность нематериальных активов, которая имеет отрицательную динамику – снижение на 16,70п. При этом отдача НМА сократилась (на 55,12п.), что может также свидетельствовать о менее эффективном, чем в 2016 году, использовании имеющихся у предприятия нематериальных активов. Показатель емкости, характеризующий потребность в нематериальных активах для производства продукции, работ, услуг стоимостью 1 рубль, увеличился на 0,00214п. Это свидетельствует о том, что требуется немного больше нематериальных активов для производства. Коэффициент обоснованности авансированного капитала в приобретение нематериальных активов, который показывает, что в 2017 году 2,90 рублей незаконченных вложений в НМА приходится на рубль введенных в эксплуатацию нематериальных активов, имеет тенденцию к росту – по сравнению с 2016 годом увеличился на 1,30п.

Оценка влияния использования нематериальных активов на результаты деятельности и финансовое состояние организации (таблица 7) является завершающим этапом анализа использования нематериальных активов и проводится с помощью факторной модели прибыли от объема и уровня доходности НМА (показатели рассматривались ранее).

Таблица 7

Оценка влияния использования нематериальных активов на результаты деятельности и финансовое ПАО ГМК «Норникель»

Показатель	Значение показателя
Доходность нематериальных активов в базисном периоде	55,34
Доходность нематериальных активов в отчетном периоде	38,64
Объем нематериальных активов в базисном периоде	3 092 261
Объем нематериальных активов в отчетном периоде	3 638 892
Изменение прибыли за счет изменения объема нематериальных активов	30 249 774
Изменение прибыли за счет изменения доходности нематериальных активов	-60 771 976

Прибыль в 2017 году за счет роста объема нематериальных активов при уровне доходности 2016 года увеличилась на 30 249 774 тыс. рублей. Однако снижение доходности нематериальных активов в 2017 году по сравнению с 2016 годом при объеме нематериальных активов 2017 года, соответственно, привело к сокращению прибыли предприятия в отчетном году на 60 771 976 тыс. рублей.

Таким образом, анализ нематериальных активов ПАО ГМК «Норникель» показал, что нематериальные активы увеличиваются, но это происходит в основном за счет роста суммы таких объектов НМА, как неисключительные права на программы ЭВМ и базы данных, то есть предприятие использует в своей деятельности в большей части объекты интеллектуальной собственности, созданные не самим предприятием. Состояние объектов нематериальных активов со временем теряет свою годность, однако на отчетную дату нематериальные активы находятся в хорошем состоянии.

Эффективность использования нематериальных активов на предприятии ПАО ГМК «Норникель» сокращается, так как снижается их отдача и рентабельность, за счет чего уменьшается прибыль предприятия, то есть использование нематериальных активов отрицательно сказывается на результатах деятельности предприятия.

Поэтому для предприятия главное – увеличить отдачу нематериальных активов, а, соответственно, и рентабельность, что положительно повлияет на прибыль предприятия. Это может быть достигнуто за счет увеличения объема реализации продукции и более интенсивного использования нематериальных активов в процессе производства.

### **Литература**

1. Гунина Е.Н. Управление нематериальными активами российских компаний / Е.Н. Гунина, М.А. Поповская // Экономика и социум. – 2016. - №12(31). – С.929-933.
2. Норникель. Официальный сайт ПАО ГМК «Норникель» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.nornickel.ru/> (дата обращения: 17.03.2019)
3. Прокопьева Ю.В. Комплексный анализ эффективности использования нематериальных активов / Ю.В. Прокопьева // Экономический анализ: теория и практика. – 2013. - №29(332). – С. 45-57.

## *Экология и природопользование*

УДК 504.75

### **Характеристика состояния атмосферного воздуха населенных пунктов Российской Федерации**

А.А. Горюнова, А.В. Князева, В.А. Никифорова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** окружающая среда, атмосферный воздух, мониторинг, индекс загрязнения атмосферы

*В статье обозначена актуальность экологических проблем многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха по данным мониторинговых наблюдений, влиянию которого подвергаются промышленные регионы и населенные пункты Российской Федерации. Осуществлен анализ данных, представленный Братским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Иркутское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». Проведена оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха по комплексному индексу загрязнения для г. Братска, позволяющему охарактеризовать аспекты влияния загрязняющих веществ, в том числе и специфических, на окружающую среду и выявить территории с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферы. Установлено, очень высокий уровень загрязнения атмосферы определяется присутствием бенз(а)пирена и формальдегида, в отдельные годы дополнительный вклад вносили высокие концентрации фтористого водорода, сероуглерода, диоксида азота и взвешенных веществ.*

В настоящее время экологический кризис характеризует целый ряд проблем, связанных с ухудшением качества окружающей среды [1]. Воздушный бассейн практически любого населенного пункта загрязнен многими химическими веществами. Комплексная система наблюдений за состоянием атмосферного воздуха, определение наличия и концентрации загрязняющих веществ в атмосфере, а также прогноз состояния атмосферного воздуха, его загрязнения определяют основные функции мониторинга.

В период 2012-2016 гг. проводились наблюдения за качеством атмосферного воздуха в России в 243 городах на 678 станциях, из них систематические наблюдения Росгидромета выполнялись в 223 городах на 620 станциях [1].

Авторы высказываются, что основной задачей являлось получение и представление заинтересованным потребителям и населению, а также в государственный фонд данных государственного экологического мониторинга фактических сведений об уровнях загрязнения атмосферного воздуха, а также результатов оценки и прогнозирования их изменения под влиянием природных и антропогенных факторов [1,2].

По приблизительным подсчётам около 70 % населения проживают в городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферы (табл. 1).

В 44 городах, что является 21-м %, уровень загрязнения воздуха оценивается как очень высокий и высокий, а 58 % городов — как низкий. Около 15% городского населения, это составляет 16,4 млн человек, проживают в городах с, как минимум, высоким уровнем загрязнения воздуха. В целом по всем городам России средние значения из максимальных разовых концентраций всех измеряемых примесей, за исключением оксида азота и диоксида серы, превышают ПДК.

Таблица 1

Средние концентрации примесей в атмосферном воздухе городов России [3]

Примесь	Число городов	Средние концентрации, мкг/м <sup>3</sup>	
		q <sub>ср</sub>	q <sub>м</sub>
Взвешенные вещества	218	111	905
Диоксид азота	236	32	225
Оксид азота	159	20	229
Диоксид серы	228	7	180
Оксид углерода	217	1097	7068
Бенз(а)пирен (нг/м <sup>3</sup> )	184	1,4	5,6
Формальдегид	159	9	81

В статье приводятся средние значения всех максимальных разовых концентраций формальдегида, фторида водорода, оксида углерода, диоксида азота, фенола, взвешенных веществ, аммиака превышали ПДК в 1,1 - 1,8 раз за период 2012-2016 гг. Превышения тех же значений у сероводорода, сероуглерода и хлорида водорода составили 2,0 - 3,3 ПДК, этилбензола - 4,1 ПДК, а бенз(а)пирена - 5,6 ПДК за тот же период.

В Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения в 2016 году, для которых комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) равен или выше 14, входит 20 городов, общее число жителей в которых равно 4,1 млн человек. Перечень городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы представлен в таблице 2.

Таблица 2

Перечень городов наибольшим уровнем загрязнения атмосферы [4]

Город	Вещества, определяющие уровень загрязнения атмосферы
1	2
Биробиджан	БП, ВВ, NO <sub>2</sub> , СО, Ф
Благовещенск (Амурская обл.)	БП, NO <sub>2</sub> , Ф, ВВ, NH <sub>3</sub>
Братск	БП, CS <sub>2</sub> , ВВ, Ф, NO <sub>2</sub>
Зима	БП, NO <sub>2</sub> , HCl, Ф, СО
Красноярск	БП, Ф, ВВ, NO <sub>2</sub> , NH <sub>3</sub>
Кызыл	БП, сажа, ВВ, NO <sub>2</sub> , Ф
Лесосибирск	БП, ВВ, Ф, СО, NO <sub>2</sub>
Магнитогорск	БП, ВВ, Ф, NO <sub>2</sub> , СО
Минусинск	БП, NO <sub>2</sub> , Ф, ВВ, СО
Новокузнецк	БП, NH <sub>3</sub> , ВВ, NO <sub>2</sub> , СО
Норильск*	SO <sub>2</sub> , NO, NO <sub>2</sub> , БП, ВВ
Петровск-Забайкальский	БП, ВВ, СО, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>
Усолье-Сибирское	БП, Ф, ВВ, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub>
Чегдомын	БП, ВВ, Ф, NO <sub>2</sub> , СО
Черемхово	БП, NO <sub>2</sub> , ВВ, SO <sub>2</sub> , СО
Чита	БП, ВВ, NO <sub>2</sub> , Ф, фенол
Шелехов	БП, ВВ, O <sub>3</sub> , Ф, HF

Примечания:

БП — бенз(а)пирен, ВВ — взвешенные вещества, Ф — формальдегид, СО — оксид углерода, CS<sub>2</sub> — сероуглерод, HCl — хлорид водорода, HF — фторид водорода, NH<sub>3</sub> — аммиак, NO<sub>2</sub> — диоксид азота, NO — оксид азота, O<sub>3</sub> — озон, SO<sub>2</sub> — диоксид серы.

Выделены вещества с наибольшим вкладом в уровень загрязнения атмосферы.

\* с учетом данных о выбросах диоксида серы за 2016 год и данных наблюдений за химическим составом осадков.

На территории Иркутской области контроль загрязнения атмосферы осуществляется в 18 городах и поселках области на 36 стационарных постах.

Качество воздуха в крупных городах Иркутской области за исследуемый период по-прежнему остается неудовлетворительным. В таких городах как Зима, Иркутск и Братск уровень загрязнения атмосферного воздуха оценивается как «высокий» и «очень высокий», в городе Шелехов как «очень высокий». Также «высокий» уровень загрязнения присутствует в городах Саянск, Усолье-Сибирское и Черемхово.

Загрязнение атмосферного воздуха в г. Братске является одним из самых высоких в России в период с 2013 по 2017 гг.

Авторами были проанализированы сведения о загрязнении атмосферного воздуха г. Братска за рассматриваемый период времени по данным Братского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды - филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Иркутское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды». В соответствии с данными произведенного анализа в атмосферном воздухе в г. Братска были обнаружены такие загрязняющие вещества как: пыль, фтороводород, оксид углерода, диоксид серы, диоксид азота, оксид азота, сероводород, формальдегид и др. Для того, чтобы охарактеризовать качество воздуха использовали показатель ИЗА – комплексный показатель степени загрязнения атмосферы, который учитывает несколько веществ. Величина этого индекса рассчитывается по суммам среднегодовых концентраций, характеризуя при этом уровень длительного, хронического, загрязнения воздуха.

Регулярные наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся с помощью 6 стационарных постов, каждый из которых имеет свой номер (№ 1, № 2, № 3, № 7, № 8, № 11) [5,6]. Четыре из них являются опорными.

На основании полученных данных следует, что по комплексному индексу загрязнения атмосферы высокий уровень загрязнения зафиксирован на Посту № 1 в 2014 году (12,34), Посту № 3 в 2013 (13,07), 2014 (8,40) и 2017 (11,80) годах, Посту № 7 в 2014 (13,12) и 2015 (11,88) годах. «Очень высокий» индекс загрязнения атмосферы наблюдался на Посту № 3 в 2013 году (13,07), на Посту № 7 в 2013 (15,79), 2016 (13,61), 2017 (13,12) годах. Наименьшее значение индекса загрязнения атмосферы за пятилетний период было отмечено на Посту №11 (2,83).

Следует отметить, что в г. Братске в течение исследуемого периода отмечается очень высокий уровень загрязнения атмосферы что обуславливается наличием больших концентраций формальдегида и бенз(а)пирена, а в отдельные годы отмечались высокие концентрации сероуглерода, взвешенных веществ, диоксида азота и фторида водорода.

Несомненная важность этой работы состоит в том, что решение проблемы загрязнения воздуха в последние годы приобретает все более актуальный характер, что требует последовательного выполнения организационных и хозяйственных мер по предотвращению загрязнения окружающей среды. Вместе с тем следует подчеркнуть, что необходим контроль над выбросами стационарных источников и развитие экологически чистых видов транспорта на региональном уровне.

### **Литература**

1. Ефимова Н. В. Медико-экологические риски современного города/ Н. В. Ефимова, Н. И. Маторова, В.А.Никифорова и др. Братск: ГОУ ВПО «БрГУ». - 2008. – 200 с.
2. Никифорова В.А. Экологические аспекты влияния автотранспорта на окружающую среду / В.А. Никифорова, А.И.Мендофий, О.В.Сташок – Системы. Методы. Технологии. – 2014. – №4 (24).– с. 144-150.
3. Атмосферный воздух. Загрязнение атмосферного воздуха в городах на территории России [Электронный ресурс]: Иркутскэнерго. Режим доступа: [https://ecodelo.org/2939atmosfernyi\\_vozdukhkachestvo\\_prirodnoi\\_sredy\\_i\\_sostoyanie\\_prirodnikh\\_resursov](https://ecodelo.org/2939atmosfernyi_vozdukhkachestvo_prirodnoi_sredy_i_sostoyanie_prirodnikh_resursov). (Дата обращения: 30.03.2019 г.)

4. Список городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы. [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://www.voeikovmgo.ru/index.php?option=com\\_content&view=article&id=681&Itemid=236&lang=ru](http://www.voeikovmgo.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=681&Itemid=236&lang=ru). (Дата обращения: 30.03.2019 г.)

5. АКТ по результатам методической инспекции наблюдательной организации Росгидромета «Братский ЦГМС» - филиал ФГБУ «Иркутское УГМС» по мониторингу состояния и загрязнения атмосферного воздуха. Братск, 2014. 14 с.

6. Отчёт наблюдательной организации Росгидромета «Братский ЦГМС» - филиал ФГБУ «Иркутское УГМС» о характеристике состояния загрязнения атмосферного воздуха за 2013-2017 года.

УДК 504.05.62/69

## **Анализ показателей качества подземных вод на территории расположения ООО «Братский завод ферросплавов»**

Б.П. Стрелков, О.В. Игнатенко, В.А. Никифорова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** подземные воды, скважина, шламонакопитель, водоносный горизонт, водоносный комплекс, предельно допустимая концентрация, загрязняющие вещества.

*Загрязнение подземных вод негативно сказывается на экологическом состоянии поверхностных вод, почв и других компонентов природной среды, что обуславливает контроль изменения динамического, температурного, гидрохимического режимов подземных вод и оценку влияния производственной деятельности предприятия на состояние подземных вод. В статье проанализирована динамика загрязнения подземных вод в период с 2004 по 2017 гг. на территории ООО «Братский завод ферросплавов», выделены приоритетные загрязнители подземных вод на территории ООО «Братский завод ферросплавов», по каждому из загрязняющих компонентов отмечены максимальные зафиксированные уровни загрязнения. Выявлено, что гидрогеохимические показатели подземных вод братского локально распространенного водоносного горизонта не выходили за пределы допустимых норм, за исключением общей жесткости, железа общего и мутности.*

Подземные воды (особенно верхних, неглубоко залегающих горизонтов), как и другие элементы окружающей среды, испытывают воздействие хозяйственной деятельности человека. Источником загрязнения подземных вод являются нефтяные промысла, предприятия горнодобывающей промышленности, шламонакопители и отвалы металлургических заводов, хранилища химических отходов и удобрений, свалки, животноводческие комплексы и прочее.

В подземные воды загрязняющие вещества могут проникать различными путями: при просачивании промышленных и хозяйственно-бытовых стоков из хранилищ, прудов-накопителей, отстойников и др., по затрубному пространству неисправных скважин, через поглощающие скважины, карстовые воронки и т.д.

Преобладающими из загрязняющих подземные воды веществ являются нефтепродукты, тяжелые металлы (свинец, кадмий, никель, ртуть), сульфаты, хлориды, железо [1].

Загрязнение подземных вод негативно сказывается на экологическом состоянии поверхностных вод, почв и других компонентов природной среды, так как загрязняющие вещества, находящиеся в подземных водах, могут выноситься фильтрационным потоком в поверхностные водоемы и вызывать ухудшение качества поверхностных вод.

Предприятию принадлежит объект хранения и захоронения отходов: шламонакопитель площадью 24 га, расположенный в 9 км юго-западнее Центрального

района г. Братска на землях, арендуемых у администрации г. Братска. Шламонакопитель удален от промплощадки ООО «БЗФ» к юго-востоку на 4,5 км.

Шламонакопитель является гидротехническим сооружением IV класса и предназначен для складирования отходов (минерального шлама), образующихся при производстве кремния и ферросилиция и улавливаемых газоочистными установками. Отходы подаются на объект в виде пульпы. Поверх шлама в секциях находится вода [2].

Количество заскладированных отходов на первую секцию шламонакопителя составляет 150 тысяч м<sup>3</sup>, на вторую – 315 тысяч м<sup>3</sup> [3].

В процессе производства ферросилиция с высоким содержанием кремния на ООО «Братский завод ферросплавов» в наибольших количествах образуются следующие отходы производства: шлам минеральный от газоочистки производства кремния, шлак ферросплавный при производстве ферросилиция, пыль газоочистки при приготовлении шихтовых материалов в производстве ферросплавов.

Ежегодно на шламонакопитель размещалось 12-15,7 тысяч м<sup>3</sup> отходов.

За период 2012-2016 гг. было размещено на шламонакопитель 66815,5 т.

В районе предприятия братский водоносный горизонт подземных вод встречается в виде локальных обводненных участков в долине р. Малая Турма и горы Моргудон. Подземные воды приурочены к трещиноватым алевролитам средне-верхнебратской подсветы. В районе шламонакопителя воды локально распространенного братского водоносного горизонта наблюдаются скважиной №27.

Верхнемамырско-нижнебратский водоносный комплекс приурочен к песчаникам, алевролитам, гравелистым алевролитам, имеющим различную степень водопроницаемости. В районе предприятия комплекс является грунтовым.

Подземные воды верхнемамырско-нижнебратского водоносного комплекса в районе шламонакопителя наблюдаются скважинами № 14, 17, 18, а на территории промплощадки - скважиной № 26.

Основными задачами мониторинга являются контроль изменения динамического, температурного, гидрохимического режимов подземных вод и оценка влияния производственной деятельности предприятия на состояние подземных вод.

Подземные воды братского локально распространенного водоносного горизонта, наблюдаемые скважиной 27 в районе шламонакопителя, характеризуются сульфатно-гидрокарбонатным составом.

Подземные воды верхнемамырско-нижнебратского водоносного комплекса имеют, преимущественно, гидрокарбонатный состав. В скважине 14, расположенной ниже от шламонакопителя по потоку подземных вод, вода гидрокарбонатно-сульфатная.

Все компоненты, определяемые в подземных водах верхнемамырско-нижнебратского водоносного комплекса и братского водоносного горизонта, присутствовали в пределах допустимых норм, за исключением общей жесткости, железа общего и мутности и минерализации [4].

Качество подземных вод в районе промплощадки (скважина № 26) характеризуются несоответствием нормативным требованиям по величине мутности в 2016-2017 гг.. Максимальная концентрация в пробе воды составила 35 ПДК. Среднегодовые показатели общей жесткости за весь анализируемый период незначительно превышали ПДК. Максимальная среднегодовая концентрация наблюдалась в 2017 году и составила 2,5 ПДК для подземных вод верхнемамырско-нижнебратского водоносного комплекса в районе шламонакопителя.

Согласно данным химического анализа подземных вод верхнемамырско – нижнебратского водоносного горизонта (скважины № 14,17,18), расположенных в районе шламонакопителя, в 2015-2017 гг. наблюдается несоответствие качества подземных вод нормативным требованиям по величине мутности, содержанию железа (93 ПДК – март 2017 г., скважина №14), показателю общей жесткости (2,9 ПДК - сентябрь 2016 г., скважина № 14).

Скважина № 27 оборудована для наблюдений за подземными водами братского водоносного горизонта. По результатам анализа проб в 2015-2017 гг. показатели мутности достигали 4,2-28 ПДК (сентябрь 2017 г.), жесткости – 1,7-1,9 ПДК (март 2017 г.), а содержание железа – 1 -11 ПДК (март 2017 г.)

Анализируя данные мониторинга подземных вод за предшествующий период 2004-2014 гг., следует отметить, что гидрогеохимические показатели подземных вод братского локально распространенного водоносного горизонта не выходили за пределы допустимых норм, за исключением общей жесткости, железа общего и мутности (табл. 1).

Таблица 1

Среднегодовые содержания компонентов  
в подземных водах братского водоносного горизонта

Показатель качества	ПДК	Среднее содержание									
		2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Мутность, ед. ЕМФ	2,6	4,9	1,5	0,5	0,3	3,5	2,1	1,9	11,5	12,6	28,6
Водородный показатель, ед рН	6,0-9,0	7,4	7,4	7,7	7,5	7,5	7,5	7,7	7,6	7,9	7,9
Общая минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	1000	732,7	819,6	813,0	672,0	692,2	721,2	814,2	749,2	746,5	758,0
Общая жесткость, °Ж	7,0	10,9	7,4	10,3	10,4	9,9	11,8	11,5	13,1	11,4	11,4
Перманганатная окисляемость, мг/дм <sup>3</sup>	5	3,1	2,3	1,6	1,7	1,8	1,4	1,9	2,4	1,9	2,5
Гидрокарбонаты мг/дм <sup>3</sup>	-	467,8	531,9	501,2	502,9	524,6	503,4	510,8	548,0	515,8	496,1
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	350	33,9	43,56	50,0	50,3	52,8	52,7	53,8	54,4	65,2	61,2
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	500	52,8	62,6	87,6	99,9	90,5	126,8	146,0	116,9	152,6	127,4
Натрий, мг/дм <sup>3</sup>	200	15,6	6,9	6,8	5,3	3,3	1,9	3,5	2,9	3,6	3,6
Кальций, мг/дм <sup>3</sup>	-	59,2	88,6	88,9	86,2	84,4	90,6	94,6	92,4	105,0	97,8
Магний, мг/дм <sup>3</sup>	-	97,0	82,1	71,3	73,9	69,8	88,6	82,8	103,4	74,9	79,3
Железо общее, мг/дм <sup>3</sup>	0,3	0,6	0,2	0,1	0,1	0,2	0,4	0,2	1,9	1,6	3,7
Алюминий, мг/дм <sup>3</sup>	0,5	0,1	0,4	0,1	0,03	0,04	0,09	0,07	0,03	0,03	0,06
Кремний, мг/дм <sup>3</sup>	10,0	5,6	5,6	3,0	2,5	2,4	2,4	2,4	2,3	6,3	6,5

Показатель общей жесткости изменялся в пределах 8,2-10,6 Ж. Максимальное значение было зафиксировано в 2013 году (1,5 ПДК), а минимальное – в 2006 году (1,2 ПДК) [5].

Максимальное содержание общего железа в течение анализируемого периода наблюдалось в 2005 году и составляло 2,5 мг/дм<sup>3</sup> (8,3 ПДК).

Наибольший показатель мутности был отмечен в 2004 году (75,0 ЕМФ) и превышал ПДК в 29 раз. В период 2006-2007 гг. показатели мутности находились в норме, но с 2008 года снова наблюдались ежегодные превышения ПДК (по среднегодовым величинам мутности).

Таким образом, следует отметить ухудшение качества подземных вод в 2017 практически по всем показателям.

## Литература

1. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Гигиенические требования к обеспечению безопасности систем горячего водоснабжения, 2018: утв. гос. сан. врачом РФ 26.09.2001 года. Введ. 01.01.2002. Москва: Деан, 2002. 20 с.
2. Годовой отчёт о состоянии ГТС в 2017 году/ шламонакопитель ООО «БЗФ». Братск, 2013. 5 с.
3. Федеральное статическое наблюдение «2-ТП (отходы) «Сведения об образовании, обработке, утилизации, обезвреживании, транспортировании и размещении отходов производства и потребления»/Братский завод ферросплавов. Братск, 2016.
4. Мониторинг подземных вод в скважинах ведомственной контрольно-наблюдательной сети / ООО «Братский завод ферросплавов». Братск, 2013.
5. Мониторинг подземных вод/ Результаты количественного анализа/ ООО «Братский завод ферросплавов». Братск, 2015-2017.

УДК 624.012.35

## Экологические аспекты модернизации теплоэнергетического предприятия

Д.С. Гришкин

Братский Государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** загрязняющие вещества, котлоагрегаты, древесные отходы, модернизация, плата за выбросы загрязняющих веществ.

*В статье рассматриваются экологические аспекты модернизации теплоэнергетического предприятия на примере котельной ООО «Ленская Тепловая Компания». Выявлено, что достичь высоких эксплуатационных показателей возможно путем перехода на современное, энергоэффективное оборудование. с учетом современных экологических требований. которые накладывают значительные ограничения на предельно допустимые выбросы и размеры санитарно-защитной зоны. На основании полученных данных были проведены расчеты экологической и экономической эффективности модернизации. Инвентаризация источников выбросов вредных веществ указывает, что в процессе модернизации устранены превышения по выбросу ванадия (мазутной золы), снижены расходы на закупку топлива, использование древесных отходов сделало работу котельной экономически выгодной и экологически более безопасной за счет снижения выброса бенз(а)пирена и устранения выбросов мазутной золы (ванадия).*

Теплоэнергетика - одна из важнейших отраслей страны. Существование городов, крупных предприятий и объектов промышленности не представляется возможным без этой ключевой отрасли. Вместе с тем работа теплоэнергетических предприятий оказывает существенное негативное воздействие на окружающую среду.[1] Известно, что наибольшее количество загрязняющих твердых и газообразных веществ поступает в атмосферу именно от теплоэнергетической отрасли. В составе выбрасываемых теплоэнергетической отраслью газов имеются компоненты 1-4 класса опасности, наносящие вред как окружающей среде, так и здоровью человека. [2]

ООО «Ленская тепловая компания» имеет на обслуживании 1 котельную. Котельная предоставляет услуги по отоплению и горячему водоснабжению микрорайонам старый РЭБ и новый РЭБ Усть-Кутского района.

Старая котельная была построена в 80-х годах прошлого века и эксплуатировалась более 30 лет. Новая котельная была спроектирована в 2013 году и построена в 2015 году.

Котельная расположена в г. Усть-Кут Иркутской области на берегу реки Лена, производственная площадка расположена по адресу ул. Осетровская, стр. 1 «А» [3]

Установленная электрическая мощность – 8,9 мВт, тепловая мощность /-7,65 Гкал/час.

Котельная (старая) до модернизации работала на топочном мазуте М100 поставка которого осуществлялась из города Ангарска. Учитывая расстояние от Ангарска и тяжелые дорожные условия не всегда возможно обеспечить стабильную поставку топлива на котельную. Работа котельных на этом топливе требует дополнительных затрат тепловой энергии для разогрева мазута.

Старая котельная была построена в 80-х годах прошлого века эксплуатировалась более 30 лет. Физический износ основного оборудования приближался к полному. Котлы серий ДЕ и ДКВР разрабатывались в 50-х годах прошлого века. Котлы паровые. Максимальный КПД в паровом режиме не превышает 75-80 %. Из-за высокой степени износа и плохого состояния в КПД не превышал 70-75 %.

Емкости для хранения нефти требовали ремонта. Отмечались повреждения фундаментов здания утечками, требовалась полная замена кровли.

По результатам обследования, проведенного Ростехнадзором (ФБУ «ЦЛАТИ ПО СФО» г. Иркутск) потери тепла с уходящими газами составляли не менее 21 %, коэффициент избытка воздуха составлял 4,98.

Тепловые сети имели высокую степень износа. За время эксплуатации производились подключения к сетям без контроля их гидравлического расчета.

Состояние котельной оценивалось как крайне неудовлетворительное по ряду причин:

- 1) здания в аварийном состоянии;
- 2) насосное оборудование (сетевые, питательные, подпиточные, солевые насосы) установлено в 80-х годах XX в., изношено и требует замены;
- 3) теплообменное оборудование требует замены, т.к. не выдает требуемых параметров;
- 4) состояние дымовых труб – удовлетворительное;
- 5) деаэрационные установки в ветхом состоянии;
- 6) электрооборудование требует капитального ремонта.

Такое состояние оборудования приводило к высокому удельному расходу топлива и не обеспечивает гарантированную работу систем теплоснабжения. Кроме того, использование нефти и мазута в качестве топлива приводило к росту экономически обоснованного тарифа. [4]

Таким образом, на котельной и тепловых сетях сложилась ситуация, при которой эксплуатация системы теплоснабжения стала неэффективной. Проведение ремонтных работ в сложившейся ситуации менее эффективно, чем коренная реконструкция, так как они не влияют на один из главных факторов высокой себестоимости тепловой энергии – дорогое топливо

Достичь высоких эксплуатационных показателей возможно было только путем перехода на современное, энергоэффективное оборудование. Кроме того, современные экологические требования накладывают значительные ограничения на предельно допустимые выбросы и размеры санитарно-защитной зоны.

При разработке проекта строительства новой котельной было установлено что подходящими характеристиками обладает оборудование Ковровского завода «TERMOWOOD».

Котлы КВТм 4000, автоматизированная подача топлива СТС.6.680.26.3М, батарейные циклоны ЦБ.550.06-ГХ.6 и др. обеспечивают высокий КПД котлоагрегатов (90-92 %). Также предусмотрено использование современного насосного оборудования широкое применение автоматизированных систем (топливоподачи, шлакоудаления, регулирования горения и др.).

При строительстве была применена датская технологии сжигания биотоплива, которая была усовершенствована и адаптирована к российским условиям. Проблемы, связанные с работой системы топливоподачи в условиях пониженных температур, присущие всем западным производителям котельных на биотопливе, были устранены за счет подбора гидравлических станций и конструктивных изменений системы подвижного пола в складском помещении.

На котельной до реконструкции отсутствовала водоподготовка что негативно сказывалось на состоянии котлоагрегатов и тепловых сетей. На котельной после реконструкции предусмотрена водоподготовка с использованием: автоматизированной ионообменной установки с блоком обезжелезивания, механическим фильтром и системой дозировки реагентов. Подпитка осуществляется автоматически. Так как расход подпиточной воды в котловом контуре незначителен, установка имеет небольшие габариты и стоимость. Вместе с тем, данная конструкция наиболее надежна, поэтому она предусмотрена для защиты наиболее дорогих элементов – котлов.

Модернизация котельной ООО «Ленская Тепловая Компания» позволила решить проблемы, существовавшие до её осуществления как экологического, так и экономического характера. [5]

Согласно инвентаризации источников выбросов вредных веществ 2017 г. в процессе деятельности предприятия в атмосферный воздух выбрасывается 7 загрязняющих вещества (в том числе твердых веществ - 3, газообразных - 4). Суммарный валовый выброс по предприятию составляет - 126,222 т/год, в том числе твердых веществ - 8,582 т/год и газообразных - 117,663 т/год. Очистка дымовых газов от твердых частиц осуществляется в батарейных циклонах, эффективность которых составляет от 70 до 87 %.

До модернизации в атмосферу выбрасывалось 12,871 т/год, из них твердых - 4,23468 т/год, жидких/газообразных – 8,6373 т/год. [5]

Установлено что благодаря модернизации были устранены превышения по выбросу ванадия (мазутной золы), снижены расходы на закупку топлива, использование более экологического сырья в виде древесных отходов сделало работу котельной не только более экономически выгодной, но и экологически более безопасной т. к. произошло снижение выброса бенз(а)пирена и устранение выбросов мазутной золы (ванадия) веществ 1 и 2 класса опасности соответственно, так же существенно был снижен выброс диоксида серы вещества 3 класса опасности.

Использование нового оборудования позволило котельной оптимально использовать свою мощность для обеспечения жителей города отоплением и горячей водой. Применение водоподготовки увеличило долговечность оборудования и тепловых сетей снизив риск выхода из строя оборудования.

В результате замены мазутного топлива на древесные отходы общая экономия средств платы за выброс загрязняющих веществ и эксплуатационные расходы составила: 45668 руб./год с учетом выплаты кредита.

### **Литература**

1 Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2008 год. СПб.: Астерион, 2009. 257 с.

2 Я. М. Грушко «Вредные соединения в промышленных выбросах ТЭЦ в атмосферу».: Ленинград, «Химия», 1999. 365 с.

3 Инвентаризация источников выброса в атмосферу котельной РЭБ в г.Усть-Куте. М.: ООО «Ленская Тепловая Компания», 2015. 234 с.

4 Инвестиционная программа котельной РЭБ в г.Усть-Куте. М.: ООО «Ленская Тепловая Компания», 2014. 75 с.

5 Проект обоснования расчетной границы санитарно-защитной зоны котельной РЭБ в г.Усть-Куте. М.: ООО «Ленская Тепловая Компания», 2015. 313 с.

УДК 504.75

## **Оценка загрязнения почвенного покрова в зоне влияния предприятия цветной металлургии**

Е.В. Гаврилова, В.А. Никифорова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** почва, фтористые соединения, г. Братск, точки отбора, валовое содержание, загрязнение.

*Одна из главных ролей в функционировании экосистемы относится к почве. Она является ключевым средством продуцирования биомассы, а также выполняет протекторную функцию, т.е. характеризуется способностью поглощать и сохранять в себе разнообразные загрязнения, не допуская их попадание в природные воды, растения и впоследствии по пищевым цепям в организмы животных и человека.*

*Статья посвящена анализу эколого-гигиенических вопросов загрязнения почвы по данным мониторинговых наблюдений содержания фтористых соединений в точках отбора проб на территории г. Братска в районе функционирования предприятия цветной металлургии. Рассмотрено загрязнение почв тяжелыми металлами на территориях г. Братска в 2008 году. Проведена оценка уровня загрязнения фтористыми соединениями различных структур и типов почв г. Братска по горизонтам 0-5 см и 5-10 см за период 2000-2016 гг.*

Почва – основная часть наземных экосистем, которая образовалась в течение геологического периода в результате постоянного взаимодействия биотических и абиотических факторов. Как сложный биоорганический комплекс почвы являются естественной основой деятельности экологических систем биосферы, а также обладают рядом свойств, присущих живой и неживой природе [1].

Почвенный покров представлен разнообразным механическим составом, типом почв, которые накапливают различные загрязняющие вещества, такие как тяжелые металлы, фтористые соединения и другие компоненты загрязнения [1].

По пищевым цепям загрязняющие вещества могут попадать в организм человека и животных, оказывая токсическое, канцерогенное, мутагенное действие, а также подавляя иммунитет.

В соответствии с данными, представленными в Ежегоднике «Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения в 2015 году», осуществлялась оценка загрязнения почв валовыми соединениями фтора в сравнении с принятым фоновым значением, составляющим для региона 24 мг/кг [2].

Наблюдения за загрязнением почв тяжелыми металлами проводились на территориях г. Братска в 2008 году. В пробах почв измеряли массовые доли свинца, марганца, хрома, никеля, молибдена, олова, ванадия, меди, цинка, кобальта и ртути в различных формах (таблица 1) [3].

Согласно данным Ежегодника «Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения в 2008 году» пробы почв отбирали в зоне радиусом 50 км вокруг ОАО «РУСАЛ Братск», в основном на территории г. Братска.

Отобрана 31 проба почв с  $r_{\text{НКСЛ}} > 5,5$ . Почвы, на которых отбирали пробы около 84 % случаев по механическому составу относятся к глинистым и суглинистым.

Массовые доли тяжелых металлов в почвах в зоне радиусом от 5,1 до 20 км от ОАО «РУСАЛ Братск» в 2008 году несколько выше, чем в почвах других зон, т. к. загрязнение почв тяжелыми металлами происходит, по-видимому, от источников, расположенных на городской территории, входящей в данную зону [3].

Таблица 1

Массовые доли тяжелых металлов, мг/кг в почвах г. Братска в 2008 году (глубина отбора проб от 0 до 10 см) [3]

Источник, расстояние или зона радиусом вокруг источника, км	Кол-во проб, шт	Показатель	Pb	Mn	Cr	Ni	Mo	Sn	V	Cu	Zn	Co	Hg
ОАО «РУСАЛ Братск» От 1,1 до 5 включ.	4	Валовая форма											
		Ср	но	548	121	62	2,4	но	183	8	74	15	0,026
		м <sub>1</sub>	но	620	150	83	3,4	но	300	29	100	22	0,053
		м <sub>2</sub>	но	560	140	78	2,3	но	170	3,1	76	18	0,037
Св. 5,1 до 20 включ.	13	Ср	7,2	557	145	77	2,2	но	180	15	102	18	0,027
		м <sub>1</sub>	86	710	210	100	3,3	но	300	64	220	24	0,072
		м <sub>2</sub>	но	640	180	80	2,5	но	210	47	190	22	0,045
		м <sub>3</sub>	но	620	170	78	2,3	но	210	37	160	21	0,042
Св. 21 до 50 включ.	14	Ср	3,4	521	125	46	0,9	но	138	15	52	15	0,022
		м <sub>1</sub>	48	670	180	87	2,3	но	200	62	84	24	0,066
		м <sub>2</sub>	но	660	170	75	2,1	но	180	28	66	22	0,048
		м <sub>3</sub>	но	620	170	68	1,6	но	170	27	64	21	0,039
Вся обследованная территория	31	Ср	4,3	539	131	56	1,6	но	162	14	74	16	0,025
Подвижные формы													
От 2 до 35 включ.	5	Ср	но	47		1,5				0,2	2,2	но	
		м <sub>1</sub>	но	59		4,3				1,0	4,4	но	
		м <sub>2</sub>	но	54		но				но	4,2	но	
		м <sub>3</sub>	но	46		но				но	2,4	но	
Примечания: но – не обнаружено. С-В – северо-восточное направление.													

Повышенные массовые доли ванадия (в 1 и 2 ПДК) также отмечены в почвах г. Братска в 2008 году.

Фоновое значение массовых долей ванадия варьирует на уровне 1 ПДК.

Отдельные участки почвы загрязнены свинцом (в 3 ПДК), никелем (в 2 ОДК, и 1 ПДК), цинком (в 1 ОДК).

Измерения проводили в пяти пробах почвы, в водорастворимых формах, отобранных на разных расстояниях и направлениях от ОАО «РУСАЛ Братск», где обнаружен только цинк, максимальная массовая доля которого составила 10,3 мг/кг, минимальная – 2,8 мг/кг [3].

По показателю загрязнения ( $Z_{\text{ф}} = 1$ ,  $Z_{\text{к}} = 1$ ) почвы территории г. Братска в 2008 году, в целом, относятся к допустимой категории загрязнения тяжелыми металлами [3].

Следует отметить, что почвенный покров – это один из важнейших элементов экологической системы. Поступающие в почву загрязняющие вещества накапливаются и приводят со временем к изменению физических и химических свойств почвы, снижают ее плодородие. Также почва является основной средой, в которую попадают тяжёлые металлы, фтористые соединения и другие загрязняющие вещества. Наиболее приоритетным загрязнителем почв города и района Братска являются фтористые соединения.

Целью исследования является оценка загрязнения почвенного покрова в зоне влияния предприятия цветной металлургии.

Ежегодно в августе отбираются пробы почв на выявление в них фтористых соединений, в четырех точках отбора, расположенных в северном (С) и северо-восточном (СВ) направлениях на расстоянии 2-30 км от БрАЗа. Данные исследования выполнены Братским ЦГМС – филиал ФГБУ «Иркутское УГМС» [1].

Точки отбора проб расположены в:

– п. Чекановский (2 км. С);

- парниковом хозяйстве «Пурсей» (8 км. СВ);
  - в черте г. Братска – в районе Телецентра (12 км СВ);
  - п. Падун (30 км СВ).
- Расположение точек отбора проб почвы (рис.1).



Рис. 1. Точки отбора проб почвы в г. Братске

Исследования выполнены согласно методике отбора и подготовки проб почвы к анализу - «Временная инструкция по определению фтора в пробах выпадений и почвы». Пробы переводят в раствор для определения валового содержания фтористых соединений [4].

По наблюдениям Братского ЦГМС филиал ФГБУ «Иркутское УГМС» по валовому содержанию фтористых соединений (мкг/мл) в точках отбора проб: в п. Чекановский, парниковом хозяйстве Пурсей, районе Телецентра и п. Падун на горизонтах 0-5 см и 5-10 см за 2000-2016 г. (мкг/мл) для дальнейших расчетов произведен пересчет из мкг/мл в мг/кг [1].

Для пересчета использована следующая формула, которая соответствует методике «Временные методические указания. Определение фтора в почве, растительности, выпадениях, в воздухе и природных водах методом ионоселективного электрода» [5]:

$$G = CV/m \quad (1)$$

где G – содержание валового фтора в почве, мг/кг;  
 C – концентрация фтора в фильтрате после сплавления, мкг/мл;  
 V – объем фильтрата, мл; m - навеска почвы, г. [5]

Масса навески почвы 0,5 г, объем фильтрата принимается 100 мл [5].

Далее был проведен анализ данных Братского ЦГМС филиала ФГБУ «Иркутское УГМС» за 2000 – 2016 гг. по горизонтам 0-5 и 5-10 см, которые показывают, что тип и структура почв отличается в местах точек отбора проб по валовому содержанию фтористых соединений.

В п. Чекановский тип почвы характеризуется как подзолистый дерново-карбонатный, а структура данной почвы - выщелоченные тяжелые суглинки.

В п/х Пурсей и в районе Телецентра почва представлена дерново-карбонатным типом со структурой - тяжелые суглинки, а почва в п. Падун (БЦГМС) характеризуется как подзолистая с песчаной структурой.

Типы и структура почвы согласно местам отбора проб, представлена в таблице 2.

Таблица 2

Типы и структура почв

Место отбора	Тип почвы	Структура почвы
п. Чекановский	Подзолистая дерново-карбонатная	Выщелоченные тяжелые суглинки
п/х Пурсей	Дерново-карбонатная	Тяжелые суглинки
Телецентр	Дерново-карбонатная	Тяжелые суглинки
БЦГМС	Подзолистая	Песчаная

Наиболее широкий диапазон имеет валовое содержание фтористых соединений в п. Чекановский, где его содержание варьирует в пределах 486-1722 мг/кг на горизонте 0-5 см и 390-942 мг/кг на горизонте 5-10 см. Это обуславливается тем, что фтор накапливается преимущественно в илистой фракции почв (до 70 %), поэтому глинистые почвы содержат больше фтора, чем песчаные. Данная территория представлена подзолистым дерново-карбонатным типом со структурой почвы выщелоченные тяжелые суглинки, а также расположена в основном в зоне промышленных выбросов предприятия цветной металлургии.

Высокое валовое содержание фтора присутствует в почвах п/х Пурсей и в районе Телецентра. Содержание фтористых соединений в районе п/х Пурсей колеблется в пределах 390-1378 мг/кг в горизонте 0-5 см и 340-1022 мг/кг в горизонте 5-10 см, а в районе Телецентра данное содержание находится в границах 408-1314 мг/кг на горизонте 0-5 см и 244-904 мг/кг на горизонте 5-10 см. Тип данных почв характеризуется как дерново-карбонатный, а структура - тяжелые суглинки.

В п. Падун его содержание варьируется в пределах 48-560 мг/кг на горизонте 0-5 см и 86-460 мг/кг на горизонте 5-10 см. Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание фтористых соединений в пределах данного почвенного типа, а именно подзолистые почвы и с песчаной структурой почвенного покрова обладают невысоким варьированием и обусловлены (хорошим промывным режимом) способностью почв к вымыванию, а также связано с тем, что эти почвы находятся на более удаленном расстоянии от промышленных объектов, которые загрязняют почвы своими выбросами.

Таким образом, содержание фтора зависит от удаленности источника, а также структуры и типа почвы. Чем ближе расположен участок к зоне влияния выбросов, тем сильнее в нем наблюдается загрязнение почв фтором.

#### **Литература**

1. Молодая мысль: наука, технологии, инновации: материалы X(XVI) Всероссийской научно-технической конференции. – Братск: Изд-во БрГУ, 2018. – 319 с.
2. Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения в 2015 году: Ежегодник. М.: Обнинск. ФГБУ «НПО «Тайфун», 2016. 112 с.
3. Загрязнение почв российской федерации токсикантами промышленного происхождения в 2008 году: Ежегодник. М.: Обнинск: ГУ «ВНИИГМИ- МЦД», 2009. 120 с.
4. Временная инструкция по определению фтора в пробах выпадений и почвы. 1972. 5 с.
5. Определение фтора в почве, растительности, выпадениях, в воздухе и природных водах методом ионоселективного электрода. Временные методические указания. М.: Комитет СССР по гидрометеорологии и контролю природной среды, 1980.

УДК 504.05.62/69

### **Влияние лесосплава на качество вод Братского водохранилища**

А.В. Алексеев, О.В. Игнатенко, В.А. Никифорова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** лесосплав, водохранилище, затопленная древесина, экстрагируемые вещества, фенолы, качество воды, мониторинг.

*Водные пути являются одним из способов доставки древесины потребителям. Плавающая и затопленная древесина оказывает механическое и химическое воздействие на поверхностные воды. Статья посвящена оценке влияния лесосплава, осуществляемого Филиалом АО «Группа «Илим» в Братском районе, на качество вод Братского водохранилища. Проведен анализ качества воды 17 заливов Братского водохранилища, на*

*акваториях которых проводятся или проводились ранее работы по лесосплаву. Отмечено, что за анализируемый период 2013–2017 гг. в водах почти всех заливов Братского водохранилища превышение предельных допустимых концентраций по таким веществам как фенолы и взвешенные вещества, а также по показателям ХПК и БПК<sub>5</sub>. Представлены возможные мероприятия по предотвращению биологического и гидрохимического режима водоемов экстрагируемыми из древесины веществами в месте ее скопления и по предотвращению захламления водоемов древесными отходами*

В России к внутренним водным путям тяготеет около 14 млрд м<sup>3</sup> лесосырьевых ресурсов, в том числе в Ангаро-Енисейском бассейне 93 %, Северо-Двинском бассейне около 90 %, Обь-Иртышском и Волжско-Камском – 75 %. В этих регионах водные пути являются единственно возможным способом доставки древесины потребителям, особенно с верховий лесосплавных рек. Из 100 млн м<sup>3</sup> заготавливаемой в последние годы в России древесины до 30 % объема доставляется водным путем. Водным путем доставляется древесина в Филиалы АО «Группа «Илим» в городах Братске и Усть-Илимске [1].

За многие годы эксплуатации лесосплавных рек в них накопилось большое количество затонувшей древесины. Засорение лесосплавных рек затонувшей древесиной негативно сказывается на экологической обстановке речных бассейнов, ведет к ухудшению качества вод, к нарушению водного баланса, создает аварийную ситуацию на судоходных реках и гидроэлектростанциях.

Древесина – сложный комплекс, примерно на 99 % состоящий из органических веществ. В данный состав входят 40 % целлюлозы и 30 % гемицеллюлозы. Также в органическую часть входит лигнин 20–30 % и экстрактивные вещества 5 %. Плавающая и затопленная древесина оказывает механическое и химическое воздействие на поверхностные воды [2]. Степень влияния лесосплава на гидрохимический состав воды и на водные организмы определяется предельно допустимым содержанием древесины в воде. Критерием безвредности лесосплава для биологического равновесия водоема является отношение объемов древесины к воде во время лесосплава 1:250 [3].

Братское водохранилище является вторым по объему в мире и делится на три ветви: Ангарскую, Окинскую и Ийскую. Предприятие Филиал АО «Группа «Илим» в Братском районе в 2015–2017 гг. осуществляло сплав древесины в среднем по 15 заливам на площади акватории 392 га. Из них 8 заливов из Ангарской ветви водохранилища, 5 – из Окинской и 2 – из Ийской.

Согласно анализу данных гидрохимического мониторинга за период 2013–2017 гг., несоответствие качества воды заливов нормативным требованиям по содержанию органических веществ (ПДК), контролируемых по величинам БПК<sub>5</sub> и ХПК, фиксировалось только в 2013–2014 гг. За весь рассматриваемый период превышение ПДК по показателю БПК<sub>5</sub> наблюдалось 3 раза в следующих заливах: Кежма-Наратайский в 2013 г. (1,5 ПДК), Травкина Баля в 2013 г. (1,07 ПДК) и Добчур в 2014 г. (1,04 ПДК), а по показателю ХПК – в четырех заливах: Травкина Баля в 2014 г. (1,08 ПДК), Добчур в 2013 г. (1,12 ПДК), Кантин (1,15 ПДК) в 2016 г. и Худобка в 2013 г. (1,4 ПДК).

Качество воды в заливах за рассматриваемый период времени 2013–2017 гг. не соответствовало нормативным требованиям по концентрации фенолов в 92 % случаев. Наибольшие превышения значения ПДК были отмечены в 2016 г. в заливах Озерная Баля и Средний Баян (9,9 ПДК и 29,1 ПДК соответственно). Концентрации фенолов, по данным мониторинга, превышали фоновые значения в 100 % случаев.

Несоответствие качества воды заливов нормативным требованиям по содержанию взвешенных веществ в период 2013–2015 гг. фиксировалось в среднем в 86 % отобранных проб. Наибольшие превышения наблюдались в 2014 г. в заливах Средний Баян (151,2 ПДК), Большая Тунгуска (28,6 ПДК) [4-8].

Данные по изменению концентрации фенолов, а также данные мониторинга качества вод заливов по показателю ХПК за период 2013–2017 гг. представлены на рис. 1–3.

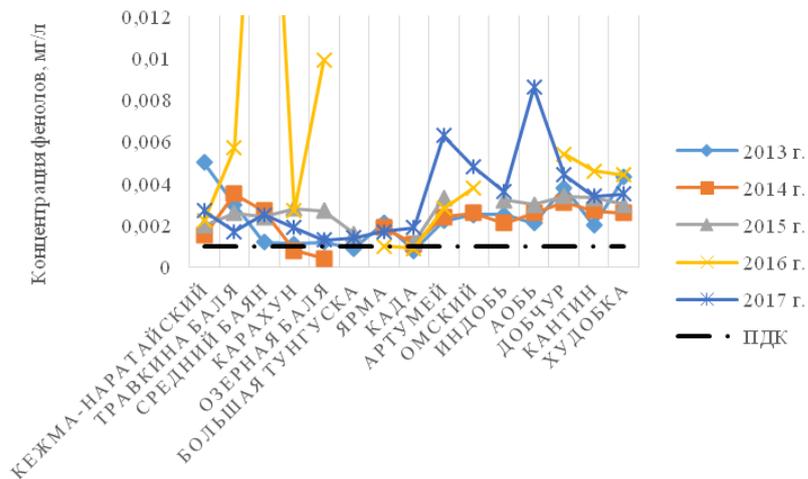


Рис. 1. Данные мониторинга по концентрации фенолов за 2013–2017 гг.

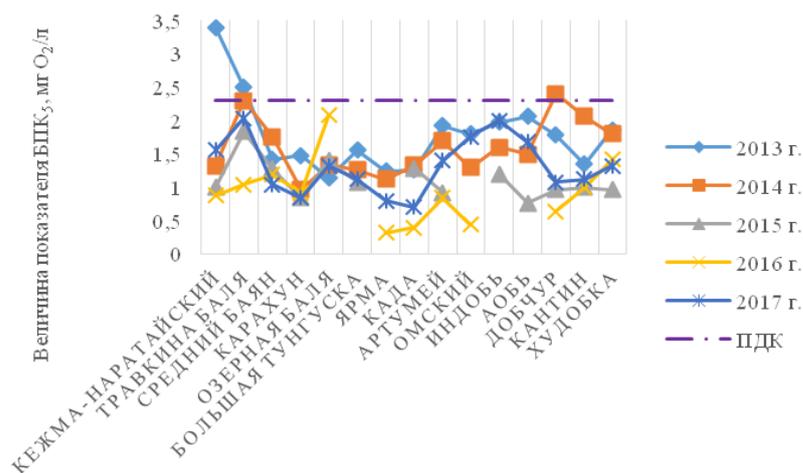


Рис. 2. Данные мониторинга по показателю БПК<sub>5</sub> за 2013–2017 гг.

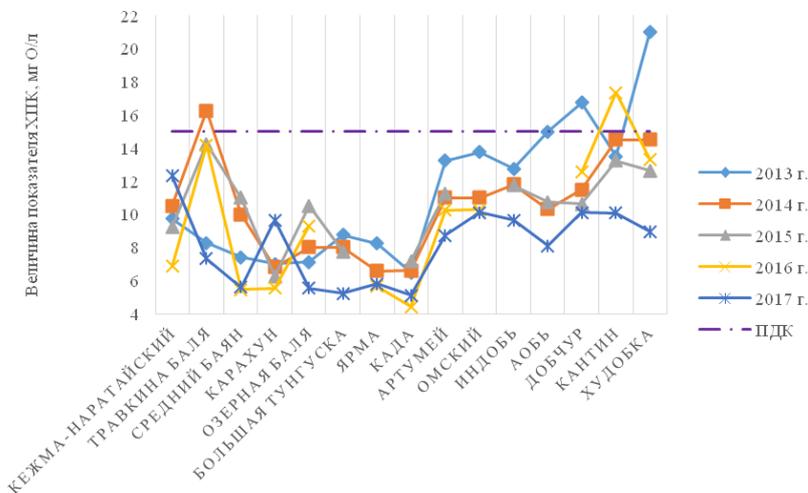


Рис. 3. Данные мониторинга по показателю ХПК за 2013–2017 гг.

Мероприятия по предотвращению нарушения биологического и гидрохимического режима водоемов экстрагируемыми из древесины веществами в месте ее скопления:

– организация лесосплавных работ по графику, исключающему возможность скопления в запанях и на маловодных участках водоемов древесины в объеме, при котором создается вредное воздействие ее на гидрохимический режим водоемов;

– сокращение сроков хранения древесины в запанях путем ускорения переработки и выгрузки ее;

– выгрузка из воды топляков и очистка дна от отходов древесины на акватории лесохранилищ и рейдов.

Мероприятия по предотвращению захламления водоемов древесными отходами:

– запрещение сброса бревен в воду после окончания очередного сплава с оставлением их в водоеме до навигации будущего года;

– недопущение буксировки кошелей, сплочных единиц и плотов, изготовленных с нарушением технических условий;

– систематическая уборка территории предприятий, береговых складов, зимних плотбищ и строительных площадок от древесных отходов;

– применение сетчатых запаней и глубокоосидающих ограждающих бонов для предотвращения подныривания и выноса бревен.

### Литература

1. Временное разрешение № 18-17 на пользование береговой полосой ВВП РФ. Иркутск, 2017.

2. Никитин В.М. Химия древесины и целлюлозы / В.М. Никитин, А.В. Оболенская – М.: Книга по Требованию, 2012. 368 с.

3. Корпачев В.П. Влияние затопленной и плавающей древесной массы на водные объекты: монография/ В.П. Корпачев, Л.И. Малинин, М.М. Чебых, Ю.И. Рыбокоть, А.И. Пережилин. Москва, 2008. 345 с.

4. Данные локального мониторинга поверхностных вод в заливах Братского водохранилища. Братск, 2013.

5. Данные локального мониторинга поверхностных вод в заливах Братского водохранилища. Братск, 2014.

6. Данные локального мониторинга поверхностных вод в заливах Братского водохранилища. Братск, 2015.

7. Данные локального мониторинга поверхностных вод в заливах Братского водохранилища. Братск, 2016.

8. Данные локального мониторинга поверхностных вод в заливах Братского водохранилища. Братск, 2017.

УДК 65.011

## **К вопросу о воздействии предприятий целлюлозно-бумажной отрасли на компоненты окружающей среды (на примере Филиала АО «Группа «Илим» в г.Братске)**

В.А. Арзамасова, М.Р. Ерофеева

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** целлюлозно-бумажная промышленность, выбросы в атмосферный воздух, вещества-загрязнители, влияние на здоровье населения

*В статье изложены основные аспекты воздействия предприятий целлюлозно-бумажной промышленности на компоненты окружающей среды г.Братска на примере Филиала АО «Группа «Илим». Рассматриваются особенности технологии сульфатного*

*способа производства целлюлозы, которая является основным источником поступления дурнопахнущих веществ в атмосферу города, приводится информация о качественном и количественном составе выбросов и сбросов загрязняющих веществ филиалом АО «Группа «Илим» в г. Братске в 2013-2014 гг., объемах образовавшихся отходов. Обосновывается необходимость проведения модернизации используемых технологий в целях снижения антропогенной нагрузки на компоненты окружающей среды г. Братска. Модернизация предприятия позволит выполнить «План мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу на АО «Группа «Илим» в г. Братске с целью достижения нормативов ПДВ»*

Компания «Группа «Илим» — лидер целлюлозно-бумажной промышленности России и один из ведущих производителей целлюлозы в мире. Филиал АО «Группа «Илим» в г. Братске является одним из подразделений Кампании. Основной вид деятельности Филиала – производство целлюлозы, продуктов лесохимической переработки. По воздействию на окружающую среду эта отрасль остаётся одной из проблемных по объёму токсичных выбросов в атмосферу.

Производство целлюлозы и картона представляет собой сложный комплекс процессов химической переработки древесины. Экологическая политика кампании направлена на сохранение и рациональное использование природных ресурсов, минимизацию негативного воздействия на окружающую среду, предотвращение увеличения степени ее загрязнения.

Филиал в г. Братске выпускает сульфатную беленую хвойную и лиственную целлюлозу, сульфатную небеленую целлюлозу, тарный картон для плоских слоев гофрокартона (крафтлайнер), продукты лесохимической переработки. Производственная площадка предприятия расположена с юго-восточной стороны г. Братска по берегу Братского водохранилища и находится в промышленной зоне города. При размещении предприятия предусмотрено функциональное зонирование территории промплощадки: производственная, транспортно-складская, административно-хозяйственная и вспомогательные зоны.

Газопылевые выбросы целлюлозно-бумажных предприятий, загрязняя атмосферу, оказывают неблагоприятное влияние на здоровье людей и окружающую среду. Производство сульфатной целлюлозы сопровождается специфическим неприятным и очень стойким запахом, который ощущается в направлении ветра на многие километры от предприятия, несмотря на то, что количество серосодержащих соединений, продуцирующих этот аромат, относительно невелико. Так, например, с отходящими газами содорегенерационного котлоагрегата уносится метилмеркаптана 10-20 кг в час. Однако порог обонятельного ощущения метилмеркаптана, имеющего очень сильный и неприятный запах (гнилого лука или гнилой капусты), составляет 0,000023 мг/м<sup>3</sup>, что и определяет распространение «меркаптанового запаха» на большие расстояния.

Губительное воздействие газопылевые выбросы могут оказывать на леса, вызывая усыхание деревьев, ослабление процессов роста и развития деревьев, нарушение фотосинтеза. Из хвойных пород больше всего подавляется рост лиственницы, из лиственных пород – осины.

Пылевые выбросы, оседающие на землю, увеличивают рН почвы и обедняют микрофлору. В результате биохимическая активность почвы снижается. Загрязнение почвы приводит, в свою очередь, к загрязнению грунтовых вод и водных источников [1].

Производство целлюлозы и картона представляет собой сложный комплекс процессов химической переработки древесины. Экологическая политика предприятия направлена на сохранение и рациональное использование природных ресурсов, минимизацию негативного воздействия на окружающую среду, предотвращение увеличения степени ее загрязнения.

В процессе производства сульфатной целлюлозы в атмосферный воздух поступают различные химические вещества. Процесс варки целлюлозы сульфатным способом

сопровождается образованием специфических серосодержащих веществ (метилмеркаптан, сероводород, диметилсульфид, диметилдисульфид), которые обладают характерным неприятным (дурнопахнущим) запахом и, по сути, являются маркерами предприятий целлюлозно-бумажной промышленности.

Основными источниками загрязнения атмосферы являются технологические процессы варки целлюлозы (метилмеркаптан, сероводород, диметилсульфид, диметилдисульфид), отбелки целлюлозы (хлор, диоксид хлора), сжигания черного щелока и коры (азота диоксид, азота оксид, сажа, серы диоксид, углерода оксид, карбонат натрия, сульфат натрия), каустизации зеленого щелока (натрий гидроксид), обжига известкового шлама (кальция оксид, азота диоксид, азота оксид, серы диоксид, углерода оксид, мазутная зола, сажа). В атмосферу также поступают вещества (сероводород, фенол, диметилсульфид, диметилдисульфид) от поверхности промстоков на очистных сооружениях предприятия.

Выбросы вредных веществ в атмосферу представлены в таблице 1.

Таблица 1

Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу АО «Филиал «Группа «Илим»

Ингредиент	Фактический выброс, т/г	
	2013 г.	2014 г.
Валовый выброс вредных веществ в атмосферный воздух, всего	4107,57	4512,77
Всего газообразных веществ, в т.ч.	2500	2948
Серосодержащие	189	130
Скипидар	314,	214
Метанол	87	75
Хлор	1	0,9
Валовый выброс твердых веществ	1608	1565

Более 50% валового выброса загрязняющих веществ относятся к умеренно опасным (4 класс):

- 4 класс, умеренно опасные – 8 веществ (50% от валового выброса)
- 3 класс, опасные – 14 веществ (24,6 % валового выброса);
- 2 класс, высоко опасные – 11 веществ (04% валового выброса);
- 1 класс, чрезвычайно опасные – 2 вещества (0,00001% валового выброса).

Контроль за качеством атмосферного воздуха ведется на стационарных постах Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды (ПНЗ №№ 7,8 и 11), принадлежащих Росгидромету Иркутского УГМС Братского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.

Выбросы Филиала АО «Группа «Илим», БРАЗа и ТЭЦ-6 создают высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха по ряду ингредиентов для северных районов г. Братска.

Поэтому необходимо осуществление природоохранных мероприятий по сокращению выбросов как Филиала, так и БРАЗа, ТЭЦ-6 до уровня, при котором будут обеспечены санитарно-гигиенические требования к качеству атмосферного воздуха в жилых районах г. Братска.

Реконструкция целлюлозного производства на Филиале АО «Группа «Илим» позволит снизить уровень загрязнений атмосферного воздуха от филиала. Снижение выбросов вредных веществ в атмосферу с целью достижения ПДВ предусматривается за счет совершенствования технологии производства, реконструкции существующих и внедрение новых газоочистных установок, эффективность которых должна соответствовать наилучшим из доступных технологий.

Кроме того, в результате хозяйственной деятельности филиала АО «Группа «Илим» в г. Братске образуются производственные, хозяйственные, ливневые, надшламовые воды, которые перед выпуском в поверхностный водоем проходят очистку на производственных очистных сооружениях (ЦОСП). В ЦОСП филиала АО «Группа «Илим» в городе Братске

также поступают стоки от других юридических лиц, расположенных на промплощадке, в т.ч. ПАО «Иркутскэнерго», ГП «Братскводсистема».

Очистные сооружения состоят из двух линий – станция биологической очистки № 1 и станция биологической очистки № 2. Линии связаны между собой как технологически, так и территориально. Перед сбросом в реку Вихареву стоки проходят механическую и полную биологическую очистку на очистных сооружениях промстоков и доочистку в прудах-аэраторах.

Качественный и количественный состав сточных вод, сбрасываемых в реку Вихореву, представлен в табл. 2.

Таблица 2

Сброс загрязняющих веществ в р. Вихореву в 2013 году

Ингредиент	Фактический сброс	
	мг/дм <sup>3</sup>	т
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Валовый сброс		106208,8
Взвешенные вещества	6,37	1017,893
БПК полн	14,47	2312,878
Фенолы	0,0103	1,649
Лигнин	37,642	6015,943
Талловые продукты	0,417	66,656
ХПК	183,0	29254,43
Хлорид-анион	303	48430,45
Сульфат-анион	116,9	18678,65
Аммоний-ион	0,72	115,0
Нитрат-анион	0,667	106,669
Фосфат-анион	0,314	50,145
Железо	0,151	24,174
Метанол	0,523	83,547
Формальдегид	0,021	3,371
Нефтепродукты	0,17	27,445
Метилмеркаптан	0,000004	0,00062
Диметилсульфид	0,000138	0,02199
Диметилдисульфид	0,000017	0,00273
Хлороформ	0,076	12,0789

Сточные воды филиала вместе с водой реки Вихоревой через 108 км впадают в Ангарскую ветвь Усть-Илимского водохранилища.

Негативное влияние производства на состояние подземных вод выражается в изменении их температурного режима, химического состава в результате инфильтрации в подземные воды утечек сточных вод из промколлекторов, сооружений, трубопроводов. Для ведения наблюдений за состоянием подземных вод на предприятии создана и действует контрольно-наблюдательная сеть скважин, расположенная на территории промплощадки, очистных сооружений, комплекса шламонакопителей, сооружений доочистки. По данным наблюдений, наибольшее загрязнение подземных вод зафиксировано в районе расположения шламонакопителей.

В процессе производственной деятельности подразделений филиала образуются отходы производства и потребления – 63 наименования – в количестве 731808 тонн. По данным статистического отчета 2-ТП «Отходы» за 2014 год, из которых подлежат размещению и захоронению 78943,1 тонн, а остальные используются на собственном производстве или передаются для использования другим предприятиям.

С учетом сторонних организаций на собственных ОРО размещено 274 866 тонн отходов. Утилизировано 502 459 тонн кородревесных отходов, включая отходы сторонних организаций.

Вредные вещества, поступающие в окружающую среду, не только отрицательно влияют на самочувствие и настроение людей, но могут также быть причиной более высокой заболеваемости населения, проживающего в районах, прилегающих к целлюлозно-бумажным предприятиям. При загрязнении атмосферы серой и её соединениями поражаются органы дыхания, нарушается белковый обмен. В больших концентрациях диоксид азота негативно действует на нервную систему человека, увеличивает число заболеваний астмой.

Как экологически ответственная компания Группа «Илим» планомерно работает над снижением нагрузки на окружающую среду Филиал ОАО «Группа «Илим» в г. Братске ежегодно вкладывает значительные средства на техническое перевооружение, модернизацию производства и природоохранные мероприятия.

Для перевода существующего производства сульфатной целлюлозы на современную платформу в 2010 году начата реализация инвестиционного проекта «Большой Братск»: общественности представлена Декларация о намерениях технического развития комбината, проведена оценка воздействия на окружающую среду реконструкции целлюлозного производства (1-я очередь строительства), 11 марта 2011года проект получил положительное заключение главной государственной экспертизы и 26 марта 2011года выдано Разрешение на строительство. Реконструкция предполагает достижение технологических параметров, по которым комплекс будет соответствовать современным, технологически конкурентоспособным, лучшим действующим предприятиям мира [2].

#### **Литература**

1. Юшков Н.Н., Ерофеева М.Р. Доклад о состоянии окружающей среды города Братска в 2012 году.-Братск: Изд-во БрГУ, 2014.-107 с.

2. Государственный доклад. О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2015 году. – Иркутск: Изд-во ООО «Форвард», 2016. – 328 с.

УДК 504.75

### **Экологическая оценка состояния атмосферного воздуха на урбанизированных территориях**

К.К. Филиппова, В.А. Никифорова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** загрязнение, атмосферный воздух, предельно-допустимая концентрация, мониторинг.

*Территория Красноярского промышленного узла характеризуется высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха. Особенности экологической обстановки в данном регионе и возникающие экологические проблемы обусловлены местными природными условиями и характером воздействия на них промышленности и транспорта. Степень загрязнения воздуха зависит, как правило, от степени урбанизированности и промышленного развития территории, в том числе, специфики предприятий, их мощности, размещения, применяемых технологии, а также от климатических условий, которые определяют уровень загрязнения атмосферы.*

*В статье представлена экологическая оценка состояния атмосферного воздуха в г. Красноярске за период 2013-2017 гг. Дана характеристика основных загрязнителей и их источников на основе их качественных и количественных показателей. Анализ динамики уровня загрязнения атмосферного воздуха с превышением ПДК за исследуемый период характеризуется тенденцией снижения с 4,8 до 1,5 соответственно.*

Город Красноярск – крупнейший культурный, экономический, промышленный и образовательный центр Центральной и Восточной Сибири. С 2014 года население города имеет тенденцию к росту, в связи с этим строятся новые микрорайоны, прокладываются новые дороги, в связи с этим атмосфера испытывает сильнейшую техногенную нагрузку.

Река Енисей – протекает в центре города и тем самым делит его на две части левобережную и правобережную. В левобережной части города сконцентрированы следующие производства: Металлургический (КРАМЗ), Алюминиевый (КРАЗ), Красноярский завод лесного машиностроения, Красноярский завод комбайнов, Восточно-Сибирский котельный завод, Красноярский электровагоноремонтный завод, ООО Красноярские машиностроительные компоненты, ТЭЦ-3,

В правобережной части города сконцентрированы следующие производства: Красноярский машиностроительный завод, Красноярский завод холодильников Бирюса, Сибтяжмаш, Красноярский судоремонтный центр, ОАО «Красцветмет», ФГУП «Германий», ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, Красноярский завод синтетического каучука, ОАО Красфарма, Красноярский биохимзавод, Красноярский шинный завод, ООО «Енисейский ЦБК».

Анализ природно-климатических условий характеризует территорию г. Красноярска как неблагоприятную для рассеивания выбросов с низкой самоочищающей способностью из-за того, что большая часть районов располагается в низменности.

Для населения промышленных городов воздух представляет угрозу для жизни и здоровья. Это связано с тем, что атмосферный воздух способствует загрязнению других природных сред, путем трансформации значительного объема загрязнителей на обширные площади, представляя огромную опасность в загрязнении атмосферы. Величина и концентрация загрязняющих веществ в атмосфере зависит от ряда факторов, погодных условий, циркуляции атмосферы, господствующих ветров, метеорологических условий, аэрации местности и т.д., которые определяют трансформацию, концентрацию и рассеивание примесей в нем.

Исследование источников загрязнения атмосферного воздуха включает следующие этапы: описание источников загрязнения и разработка проекта нормативов предельно допустимых выбросов. Анализ уровня загрязнения атмосферного воздуха проведён по статистическим данным Министерство экологии и рационального природопользования Красноярского края «Центр реализации мероприятий по природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края», Государственных докладов «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае 2013 – 2017гг.», Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае 2013-2017гг» [1-9].

Эколого-санитарное состояние Красноярска на сегодняшний день требует пересмотра большого количества вопросов касающихся улучшения окружающей среды и жизнеобеспечения. Общая оценка экологической ситуации включает в себя качество воздуха, поверхностных и подземных вод, развитие опасных природных явлений и уровень загрязнения окружающей среды.

В городе Красноярск находится большое количество стационарных источников загрязнения атмосферы. Объем валовых выбросов от стационарных и передвижных источников в 2017 году в Красноярске составил 190,7 тыс. т, в том числе от стационарных источников - 117,6 тыс. т, от передвижных источников - 73,1 тыс. т [5]. Из них твердых веществ - 17,3 тыс. т, SO<sub>2</sub> - 22,7 тыс. т, CO - 58,8 тыс. т, NO - 16,5 тыс. т, углеводороды 0,2 тыс. т, ЛОС - 1,0 тыс. т.

Наряду с основными (стационарными и передвижными) источниками загрязнения атмосферного воздуха населенных мест Красноярского края существенный вклад в формирование химической нагрузки вносят и автономные источники теплоснабжения [6].

В динамике выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников в атмосферу в период с 2013 по 2017 гг. сократились (табл. 1.)

Таблица 1

Выбросы от стационарных источников в г. Красноярск за 2013– 2017 гг., тыс. т  
(составлено по данным источников 1-5)

Загрязняющие вещества	Объем выбросов				
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Всего, в том числе:	145,6	129,83	128,7	127,3	117,6
твердые	22,06	19,98	20,1	19,6	17,3
оксиды азота	23,55	14,07	14,6	17,8	16,5
диоксид серы	27,07	26,30	26,7	25,4	22,7
оксид углерода	69,12	65,37	62,5	61,3	58,8
летучие органические соединения	1025,7	1040,89	1429,8	1,6	1,0
углеводороды	0,05	0,06	0,1	0,4	0,2

Основными стационарными источниками выбросов в атмосферный воздух г. Красноярска являются следующие предприятия: ФГУП «Красноярский машиностроительный завод», ОАО «Красноярский завод комбайнов, ОАО «Красноярский судоремонтный центр», ОАО «Красноярский электровагоноремонтный завод», ОАО «Красноярский завод холодильников «Бирюса», ОАО «РУСАЛ Красноярский алюминиевый завод», Красноярский металлургический завод (КрАМЗ), ОАО «Красцветмет» ФГУП «Германий», ТЭЦ-1, ТЭЦ-2, ТЭЦ-3, ОАО «Красноярский завод синтетического каучука», ОАО «Красфарма», Красноярский биохимзавод, Красноярский шинный завод, автотранспорт.

В настоящее время на территории Красноярска действуют 5 автоматизированных поста наблюдения за загрязнением атмосферы.

Система АПН непрерывно автоматически определяет массовые концентрации различных загрязняющих атмосферу веществ, представленных в таблице 1 в течение 20 минут. Также определяются метеорологические параметры (скорость и направленность ветра, влажность, температура, атмосферное давление). Затем данные поступают на удаленный сервер и представляются в режиме on-line на сайте КГБУ «ЦРМПиООС» населению и потребителям информации.

Автоматизированные посты наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в Красноярске: АПН «Красноярск-Северный», АПН «Красноярск-Березовка», АПН «Красноярск-Солнечный», АПН «Красноярск-Черемушки», АПН «Красноярск-Кубеково».

Анализ изменения уровней загрязнения атмосферного воздуха производился по данным представленным на сайте Министерство экологии и рационального природопользования Красноярского края (табл. 2).

По данным ФГБУ Среднесибирского УГМС в 2017 году уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Красноярске характеризовался как «очень высокий» ( $ИЗА_5 > 14$ ); стандартный индекс (СИ) 20,1 по (бенз(а)пирену), наибольшая повторяемость (НП) превышения ПДКм.р. – 21,3% (по формальдегиду). Основной вклад в уровень загрязнения внесли такие загрязняющие вещества как бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества, диоксид азота, аммиак. В атмосфере города в 2017 г. зафиксированы случаи превышений: 1, 2, 3 ПДКм.р. по взвешенным веществам и формальдегиду; 1 ПДКм.р. по оксиду углерода, диоксиду азота, оксиду азота, фенолу, фториду водорода, бензолу, хлориду водорода, бензолу, ксилолу; 1, 3 ПДКм.р. по этилбензолу. В течении года зафиксировано 20 случаев «высокого» загрязнения (бенз(а)пиреном). В декабре 2017 г. средние за месяц концентрации бенз(а)пирена превысили гигиенический норматив на всех поста более чем в 10 раз [9].

Особенность Красноярска состоит в том, что жилые кварталы города окружены промышленными зонами и сам город расположен в котловине, в связи с этим плохо проветривается ветрами и происходит застой выбросов загрязняющих веществ от транспорта и промышленных предприятий. Динамика уровня загрязнения атмосферного воздуха с превышением ПДК с 2013г. по 2017г. снизилась (табл.3).

Таблица 2

Характеристика загрязнения атмосферного воздуха в г. Красноярске (2017 год)

Вещество	АПН	q <sub>ср</sub> мг/ м <sup>3</sup>	q <sub>max</sub> мг/ м <sup>3</sup>	m, m1,m2	ИЗА
СО	Северный	0,7164	12,190	7	0,296
	Березовка	0,3942	8,200	0	0,178
	Солнечный	0,5234	15,100	61	0,227
	Черемушки	0,6689	9,170	0	0,279
	Ветлужанка	0,9990	5,900	0	0,393
	Кубеково	0,4539	6,610	0	0,201
SO <sub>2</sub>	Северный	0,0085	0,262	0	0,170
	Березовка	0,0125	0,210	0	0,250
	Солнечный	0,0242	1,714	10	0,484
	Черемушки	0,0085	0,196	0	0,170
	Ветлужанка	0,0097	0,020	0	1595
	Кубеково	0,0099	0,136	0	0,198
NO	Северный	0,0297	1,019	98	0,495
	Березовка	0,0108	0,339	0	0,180
	Солнечный	0,0067	0,640	0	0,112
	Черемушки	0,0731	1,000	0	1,218
	Ветлужанка	0,2785	0,529	0	4,642
	Кубеково	0,0031	0,318	0	0,052
NO <sub>2</sub>	Северный	0,0696	0,675	863	1,740
	Березовка	0,0527	0,296	0	1,318
	Солнечный	0,0383	0,323	0	0,958
	Черемушки	0,0943	0,587	0	2,358
	Ветлужанка	0,0640	0,087	0	1,600
	Кубеково	0,0202	0,252	0	0,505
Взвешенные частицы (до 2,5 мкм)	Северный	0,0300	0,184	207	1,000
	Березовка	0,0351	0,293	0	1,000
	Солнечный	0,0184	0,176	0	1,000
	Черемушки	0,0352	0,224	0	1,000
	Ветлужанка	0,0480	0,399	0	1,000
H <sub>2</sub> S	Северный	0,0041	0,026	2	-
	Солнечный	0,0033	0,062	2	-
	Черемушки	0,0023	0,022	0	-
	Ветлужанка	0,0007	0,005	0	0,068
NH <sub>3</sub>	Северный	0,0017	0,049	0	-
	Солнечный	0,0034	0,056	1	0,123
	Черемушки	0,0161	0,091	0	0,461
	Ветлужанка	0,0262	0,039	0	0,698
Бензол	Северный	0,0031	0,024	0	1,000
	Солнечный	0,0005	0,006	0	1,000
	Черемушки	0,0005	0,005	0	1,000
Смесь м-, п- ксилолов	Черемушки	0,0018	0,011	0	-
О-ксилол	Северный	0,0022	0,028	0	-
	Солнечный	0,0008	0,003	0	-
	Черемушки	0,0008	0,014	0	-
Стирол	Северный	0,0010	0,014	0	1,000
	Солнечный	0,0000	0,001	0	1,000
	Черемушки	0,0001	0,002	0	1,000
Толуол	Северный	0,0086	0,117	0	-
	Солнечный	0,0013	0,013	0	-
	Черемушки	0,0008	0,015	0	-
Фенол	Северный	0,0007	0,005	0	1,000
	Солнечный	0,0006	0,002	0	1,000
	Черемушки	0,0000	0,000	0	1,000
Хлорбензол	Северный	0,0000	0,006	0	-
	Солнечный	0,0026	0,042	0	-
	Черемушки	0,0001	0,002	0	-
Этилбензол	Северный	0,0012	0,018	0	-
	Солнечный	0,0000	0,001	0	-
	Черемушки	0,0009	0,010	0	-

Таблица 3

Динамика уровня загрязнения атмосферного воздуха с превышением ПДК (в %) в Красноярске 2013-2017 гг. (составлено по данным источников 6-7)

2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Рост/снижение
4,8	0,7	0,6	2,1	1,5	↓

Доля проб, не соответствующих гигиеническим нормативам в зоне влияния промышленных предприятий составило около 1,42%, а доля проб, не соответствующих гигиеническим нормативам на автомагистралях в зоне жилой застройки составило около 1,86% (табл.4).

В целом состояние атмосферного воздуха в г. Красноярске неудовлетворительное, это обусловлено количеством выбросов загрязняющих веществ.

Таблица 4

Уровни загрязнения атмосферного воздуха в г. Красноярске (доля проб, не соответствующих гигиеническим нормативам), 2013-2017 гг., в % (составлено по данным источников 6-7)

Маршрутные и подфакельные исследования в зоне влияния промышленных предприятий					На автомагистралях в зоне жилой застройки				
2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
2,4	0,5	0,6	2,1	1,5	5,5	3,8	–	–	–

Концентрация загрязняющих вредных веществ в атмосферном воздухе г. Красноярска зависит от источников выбросов, способов попадания загрязняющих веществ (залповых, аварийных выбросов и т.д.), от времени года и аэрации и т.д.

СО, SO<sub>2</sub>, NO, NO<sub>2</sub> являются основными загрязняющими веществами, попадающими в атмосферный воздух г Красноярска от стационарных источников, главным образом от ФГУП «Красноярский машиностроительный завод», ОАО «Красноярский завод комбайнов, ОАО «Красноярский судоремонтный центр», ОАО «Красноярский электровагоноремонтный завод», ОАО «Красноярский завод холодильников «Бирюса», ОАО «РУСАЛ Красноярский алюминиевый завод», Красноярский металлургический завод (КРАМЗ), ОАО «Красцветмет»• ФГУП «Германий», ОАО «Красноярский завод синтетического каучука», ОАО «Красфарма», Красноярский биохимзавод, Красноярский шинный завод, автотранспорта, тепловых сетей и др.

### Литература

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2013 году» - Красноярск, 2014.
2. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2014 году» – Красноярск, 2015.
3. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2015 году» – Красноярск, 2016.
4. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2016 году» – Красноярск, 2017.
5. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2017 году» – Красноярск, 2018.
6. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2017 году: Государственный доклад. – Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, 2018. – 323 с.
7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Красноярском крае в 2013 году: Государственный доклад. – Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Красноярскому краю, 2018. – 323 с.
8. Министерство экологии и рационального природопользования Красноярского края Краевое государственное бюджетное учреждение «Центр реализации мероприятий по

природопользованию и охране окружающей среды Красноярского края» [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://krassecology.ru/Air/LabReport> (Дата обращения: 30.03.2019 г.)

9. Обзор о состоянии загрязнения атмосферного воздуха за 2017 г. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://meteo.4line.ru/LinkClick.aspx?fileticket=Hq2EgjuUNT4=&tabid=227> (Дата обращения: 30.03.2019 г.)

УДК 504.062

## **Аспекты состояния лесных экосистем Иркутской области**

К.Ю. Рыбалко, В.А. Никифорова

**Ключевые слова:** лесные экосистемы, Иркутская область, ущерб, антропогенное воздействие.

*Лесные экосистемы – наиболее мощные стабилизаторы происходящих в природе разрушительных процессов и один из наиболее пригодных объектов учета, оценки и прогноза влияния антропогенной деятельности. В статье приведен общий анализ состояния лесных ресурсов Иркутской области. В целом по региону лесные земли составляют 86%. По отношению к общей площади земель лесного фонда они занимают 92,2% и лишь около 8% земель не предназначены или не пригодны для выращивания древесины, что указывает на довольно благоприятную структуру земель лесного фонда для ведения лесного хозяйства. Выявлены проблемы по изучению растительности Иркутской области на примере динамических процессов: деструкции и демуляции. Изучены материалы по изменению лесных площадей в лесничествах Иркутской области. Проведена оценка ущерба от антропогенного воздействия на примере Братского лесничества.*

Среди многих экологических проблем современности особое место занимает деградация и гибель лесов планеты под воздействием промышленного загрязнения окружающей среды. Данная проблема обуславливает необходимость мониторинговых исследований состояния древесной растительности в зоне антропогенной нагрузки.

Актуальность рассматриваемой темы связана с тем, что среди многих экологических проблем современности особое место занимает деградация и гибель лесов планеты под влиянием антропогенного фактора. Острота данной проблемы обуславливает необходимость мониторинга состояния древесной растительности в зоне антропогенной нагрузки [1].

Леса как экологические системы имеют важное значение во многих отношениях. Во-первых, они являются экосистемами суши, сохранившиеся в естественном или слабо измененном человеком состоянии; во-вторых, это крупнейшие экосистемы с высокой продуктивностью и аккумуляцией органического вещества планеты, используемого как для собственного потребления, так и для восстановления исчезающих в процессе его хозяйственной деятельности компонентов биосферы [1].

Лесные земли составляют 85,6 % территории Иркутской области. На землях лесного фонда лесные земли занимают 93,2 %, около 7 % земель не предназначены или не пригодны для выращивания леса, что указывает на довольно благоприятную структуру земель лесного фонда для ведения лесного хозяйства.

Более 70% насаждений представлены хвойными породами, 19,4 % – мягколиственными и около 8 % земель занято кустарниковыми зарослями [2].

Общий запас древесины насаждений Иркутской области составляет 8621,3 млн м<sup>3</sup>. Из них запас хвойных насаждений составляет 7408 млн м<sup>3</sup>. Следует отметить, древесные ресурсы спелых и перестойных насаждений по региону по основным лесообразующим

породам составляют более 4880 млн м<sup>3</sup>. Отметим, наибольший спрос у лесозаготовителей составляют особо ценные сосновые древостои (85,6 %) [3].

В исследуемой проблематике центральными становятся вопросы антропогенного воздействия, в том числе, на растительный покров Иркутской области.

Рассматриваемые в представленной теме проблемы по изучению растительности Иркутской области прослеживаются два динамических процесса – деструкция и демутация, при явном преобладании первого, что приводит к сокращению площадей коренной растительности и накоплению, и закреплению производных растительных сообществ. Наряду с этим необходимо отметить тенденцию снижения основных функций растительного покрова [4].

В результате изучения был получен материал, анализ которого позволил охарактеризовать измененный лесной фонд: на покрытой лесом территории он включает молодые и средневозрастные леса, лесные культуры, лесопитомники; на непокрытой – это пашни, сенокосы, площади специального назначения.

Показатель степени нарушенности изменяется от 21,5 до 83,0 %. Минимальных размеров этот показатель достигает в лесхозах Илимского лесохозяйственного округа, максимальных – в Черемховском лесничестве.

В аспекте проблематики нашего исследования работы были изучены материалы по изменению лесных площадей в лесничествах.

По региону слабому нарушению (40–60 %) подвержено 63,9 % лесных земель, сильному (свыше 60 %) – 10,7 %. Высокая доля измененной лесной площади характерна для Ангарского (60,2 %), Ангаро– Тулунского (55,9 %), Иркутско–Зиминского (76,9 %) и Нижнеудинского (56,2 %) лесохозяйственных округов. Установлено, в Нижнетунгусском основными воздействующими факторами служили пожары, в остальных районах определяющими факторами нарушения были промышленные рубки [3].

Следует выделить факторы, оказывающие наибольшее влияние на устойчивость насаждений и вызывавших значительное ослабление, усыхание и гибель лесных массивов. К ним относятся лесные пожары и болезни леса – от 45 % до 25, % соответственно.

Насекомые (16,2 %), антропогенные факторы (7,5 %), неблагоприятные погодные условия и почвенно – климатические факторы (6,7 %), непатогенные факторы (0,7 %) в меньшей степени влияют на санитарное состояние насаждений [4].

Результаты проведенного нами анализа площади погибших насаждений за период 2007 по 2016 гг. свидетельствуют о том, что ежегодная площадь погибших насаждений находилась в диапазоне от 14 241 га в 2015 году до 42 207 га в 2007 году (рис.1).

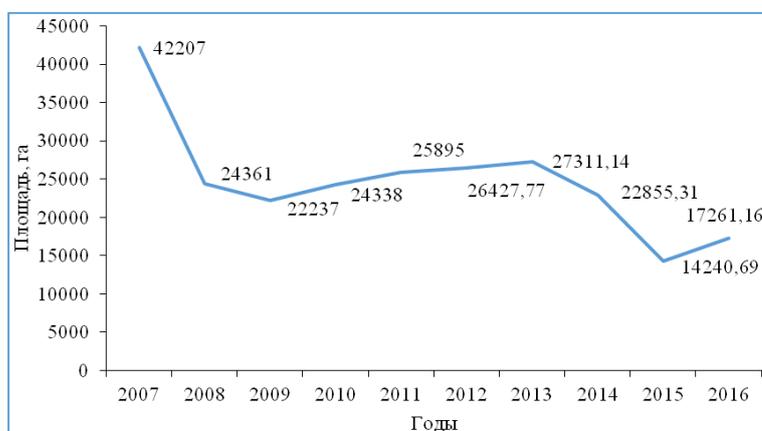


Рис. 1. Площади погибших лесов Иркутской области.

Анализ позволяет сделать следующие выводы, за период с 2007 по 2016 гг. наиболее резкое снижение гибели древостоев на обследованных площадях зафиксировано с 2007 по 2009 год, что связано с дождливыми летними сезонами несколько лет подряд, в связи, с чем произошло уменьшение гибели лесных насаждений от пожаров. Одновременно произошло

уменьшение площади очагов насекомых–вредителей под воздействием погодных и климатических условий, что сказалось на ослаблении популяции насекомых в результате их болезни. В остальные годы рассматриваемого периода наблюдалась относительная стабильность гибели насаждений на обследованных площадях с колебаниями от 14 241 до 27 311 га [5].

Таким образом, динамика лесных пространств аккумулирует все природные и антропогенные воздействия на лес. Анализ ее результатов является объективной основой для оценки взаимодействия человеческого общества и леса в частности, хозяйственной деятельности человека в лесу и служат информационной основой для прогнозирования использования и воспроизводства лесных ресурсов.

Главными дестабилизирующими факторами нормального функционирования лесных экосистем являются пожары и рубки леса.

Привлекают внимание в аспекте проблематики нашего исследования работы по оценке ущерба от антропогенного воздействия на примере Братского лесничества.

Расчет ущерба, причиненного лесным пожаром, производится согласно «Методических рекомендаций по составлению и направлению Акта о лесном пожаре, исчислению размера ущерба, причиненного лесными пожарами» [6].

За период с 2016 по 2017 гг. на территории Братского лесничества был зафиксирован 281 лесной пожар, из них 154 в 2016 г. и 127 в 2017 году. Среди причин возникновения лесных пожаров «пожары по вине населения» составили наиболее значительную долю более 60 %.

Авторами проведен расчет стоимости потерь древесины на корню и ущерба от повреждения молодняков в результате антропогенного воздействия. Установлено, на кв. 50, выд. 16,19,20; кв. 51, выд. 8,12; кв. 54, выд. 13,18; кв. 55, выд. 3,4,6,7,10,11; кв. 58, выд. 17; кв. 61, выд. 1; кв. 62, выд. 26; кв. 63, выд. 19; кв. 69, выд. 4; кв. 70, выд. 10,17; кв. 72, выд. 18,25, было уничтожено 175,0 га молодняков, стоимость создания 1 га лесных культур на 2017 г. составляет 15 221,50 руб. (стоимость создания 1 га лесных культур определяется согласно действующих утвержденных цен и нормативов затрат на территории Братского лесничества в соответствии с Постановлением Правительства РФ № 273 от 08.05.2007 [7]), так же в соответствии с данным постановлением для молодняков берется 5- кратная таксовая стоимость. Расчет стоимости потерь составляет 13 318 812,5 руб.

### **Литература**

1. Лесные экосистемы и проблемы их сохранения [Электронный ресурс]: Режим доступа: [http://www.ecosystema.ru/07referats/lesn\\_eco.htm](http://www.ecosystema.ru/07referats/lesn_eco.htm). (дата обращения: 12.03.19).
2. Новосёлова Н.Н. Формирование древесной растительности на бывших сельскохозяйственных угодьях: монография // Н.Н. Новосёлова, С.В. Залесов, А.Г. Магасумова. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун–т, 2016. 106 с.
3. Лесной план Иркутской области: [утв. Губернатором Иркутской области С.Г. Левченко от 12.12.2017]. Иркутск, 2017. 771 с.
4. Влияние деятельности человека на природу [Электронный ресурс]: база Режим доступа: <http://biofile.ru/bio/7238.html> (дата обращения: 12.03.19).
5. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2016 году: Государственный доклад. Иркутск, ООО «Мегапринт», 2017. 274 с.
6. Ходаков В.Е. Лесные пожары: методы исследования: монография // Ходаков В.Е., Жарикова М. В., Гринь Д.С. Херсон, 2011. 470 с.
7. Об исчислении размера вреда, причиненного лесам вследствие нарушения лесного законодательства» вместе с «Методикой исчисления размера вреда, причиненного лесам, в том числе лесным насаждениям, или не отнесенным к лесным насаждениям деревьям, кустарникам и лианам вследствие нарушения лесного законодательства»: постановление Правительства РФ от 08.05.2007 № 273 (ред. от 11.10.2014, с изм. от 02.06.2015)// Российская газета. 2017. 29 октября. С. 11-13.

УДК 502.3

## **Твердые коммунальные отходы как источник различных видов вторичного сырья**

А.С. Шабалина, М.Р. Ерофеева

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** твердые коммунальные отходы, вторичное сырье, переработка отходов.

*В статье дано представление о твердых коммунальных отходах, объемах и динамике их накопления в Российской Федерации, их усредненном морфологическом составе. Рассматриваются основные виды и подвиды вторичного сырья, которые входят в состав твердых коммунальных отходов. А именно: макулатура, стекло, металлический лом, резина, пластмассы, органические отходы, батареи, текстиль и обувь. Приводятся основные способы переработки по разным компонентам ТКО, указываются материалы и продукты, которые можно произвести из определенных видов вторсырья, собраны данные о снижении воздействия на окружающую среду при использовании вторсырья вместо первичных ресурсов.*

Твердые коммунальные отходы (ТКО) – отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования физическими лицами в жилых помещениях в целях удовлетворения личных и бытовых нужд. К ТКО также относятся отходы, образующиеся в процессе деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и подобные по составу отходам, образующимся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами. [1]

В 2013 г. приказом Минприроды № 298 была утверждена «Комплексная стратегия обращения с твердыми коммунальными (бытовыми) отходами в Российской Федерации». Главной целью комплексной стратегии является предотвращение негативного воздействия ТКО (твердых коммунальных отходов) на здоровье человека и окружающую среду, а также вовлечение компонентов, содержащихся в отходах, в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов для производства товаров, выполнения работ, оказания услуг, получения энергии [2].

Однако по настоящее время в Российской Федерации большая часть ТКО продолжает размещаться на полигонах, которые выделяют свалочные газы и фильтраты, оказывают негативное влияние на окружающую среду. Согласно государственному докладу «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации» в 2017 г. объем вывезенных ТКО на объекты захоронения составил 87% (50,9 тыс. т, 239 млн м<sup>3</sup>), а на обезвреживание, в том числе на мусоросжигательные предприятия, вывезено 2,2% (0,9 млн т, 6,0 млн м<sup>3</sup>) от общего объема вывоза ТКО. Площадь, которую занимают полигоны в нашей стране, составляет более 90 тыс. га. При этом наблюдается динамика роста образования твердых коммунальных отходов в Российской Федерации (рис. 1).

С 01 января 2019г. вступили в силу изменения №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», согласно которым, в перечень отходов, в состав которых входят полезные компоненты, подлежащие утилизации, поэтапно добавляются определенные виды отходов, захоронение которых запрещается. [1]. К ним относятся: стеклянная тара, отходы газет, отходы бумаги и картона, использованные книги, журналы, брошюры, проспекты, каталоги; камеры и покрышки пневматических автомобильных шин, незагрязненная полиэтиленовая и полипропиленовая тара, полипропиленовая упаковка, отходы пленки из

полистирола, полиакрилатов, полиэтилентерефталата. С 2021 года в этот список добавятся различные виды бытовой техники, электроприборов, медные провода и кабели. [3]

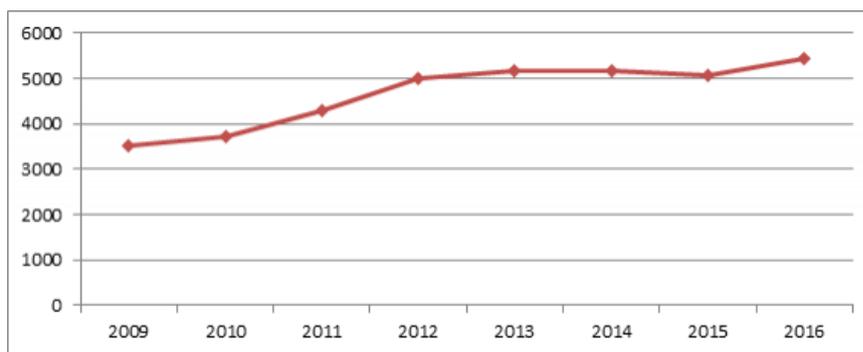


Рис. 1. Динамика образования твердых коммунальных отходов в РФ

Усредненный морфологический состав ТКО: бумага и картон – 28 %, пищевые отходы – 27%, стекло – 13%, полимеры – 10%, текстиль -7%, металлы – 7%, кожа и резина – 1%, прочие – 7%. Отмечено, что в последнее десятилетие в составе ТКО все больше возрастает объем бумажных и пластиковых отходов.

Рассмотрим подробнее компоненты, которые следует выделять из общего состава ТКО с помощью методов отдельного сбора и сортировки, и использовать в качестве вторичного сырья.

Макулатура: бумага, картон, газеты, текстиль, упаковка.

Обозначение сортов макулатуры для целей бумагоперерабатывающей и утилизирующей промышленности производится путём определения качественных показателей. Макулатура разделяется на 5 групп – низкосортная, среднесортная макулатура, улучшенные сорта, усиленные и особые сорта. Макулатура используется в качестве вторичного сырья при производстве бумаги (писчей, типографской, санитарно-гигиенической), упаковочного картона, а также кровельных, изоляционных и других строительных материалов. Использование макулатуры позволяет существенно сэкономить древесину (1 тонна макулатуры заменяет около 4 кубических метров древесины), сократить вырубку лесов. [4]

Стекло

Использование стеклотары в тех или иных странах зависит от культурных и исторических условий. Так, в одних странах стеклотара при рециклинге преимущественно используется повторно в своём первоначальном виде без её разрушения, для чего подвергается мойке специальными растворами (способ применялся, например, в бывшем СССР), а в других используется в основном стеклобой, иногда стекло разбивается специальными приспособлениями уже при опускании в контейнер для сбора вторсырья, а полученный бой стекла подвергается затем переплавке.

Оба указанных способа имеют определённые достоинства. При изготовлении стеклоизделия из стеклобоя тратится на 20% меньше энергии, чем при производстве из природного сырья, так как переплавка стеклобоя происходит при более низкой температуре, чем при первоначальной выплавке стекла. Энергии на мытьё стеклотары тратится ещё меньше, чем на переплавку. Выброс парниковых газов – углекислого газа и оксида азота практически сведён к минимуму.

Металл (металлический лом)

Металлический лом – пришедшие в негодность металлические изделия.

В хозяйственной деятельности, промышленности и торговле широко используются буквенные обозначения видов и групп металлолома, которые введены в ГОСТ СССР:

- -лом чёрных металлов (железный, чугунный, нержавеющей);
- лом цветных металлов (медный, алюминиевый, магниевый, свинцовый, золотой, серебряный и др.).

Основные преимущества переработки металлического лома всех типов:

- сокращение нагрузки на месторождения металлов;
- улучшение экологической обстановки (в воздух выбрасываются в меньшем объеме оксид серы, парниковые газы);
- сокращение объёмов топлива для получения металлов;
- уменьшение распыления, рассеяния металлов в глобальном масштабе. [5]

Резина

Утилизация и переработка шин

Изношенные шины являются источником длительного загрязнения окружающей среды. К тому же резина огнеопасна и не подвергается биологическому разложению, а груды резиновых покрышек представляют собой достаточно удобные места для проживания целых колоний грызунов и насекомых, многие из которых являются источником инфекционных заболеваний.

Переработка шин необходима, потому что 80 % мирового запаса шин созданы из синтетического каучука, который получают из нефти – невозобновляемого природного ресурса. Около половины использованных шин в мире, по состоянию на конец 1990-ых сжигалось. Замена складирования, захоронения и сжигания технологией утилизации имеет важное экономическое значение, так как способствует сохранению природных запасов ценного сырья, стимулирует развитие ресурсосберегающих, дешевых технологий, а также улучшает экологическую обстановку и исключает утрату больших земельных площадей под размещение резиновых отходов.

При правильной переработке, изношенные шины могут являться сырьём для изготовления различной продукции, например: [6]

- новых автомобильных покрышек (до 15—20 %);
- РТИ (резинотехнические изделия) для автомобилей (до 25 %);
- водоотталкивающих покрытий для крыш (до 40 %);
- ж/д шпал и подрельсовых прокладок (до 60 %);
- напольных ковриков и подошв для обуви (от 10 до 100 %);
- колёс для инвалидных колясок и коек (10—100 %);
- покрытий для дорог (14—15 тонн на 1 км дорожного покрытия);
- бесшовных покрытий из резиновой крошки для спортивных, игровых, детских площадок;
- тротуарной резиновой плитки;
- бетона для строительства в качестве добавок (фибробетон). [7]

Пластмассы

Таблица 1

Международные универсальные значки пластмасс, пригодных для вторичной переработки

Значок	Русское название	Значок	Русское название
	ПЭТ, ПЭТФ Полиэтилентерефталат(лавсан)		ПП Полипропилен
	ПЭНД Полиэтилен высокой плотности, полиэтилен низкого давления		ПС Полистирол
	ПВХ Поливинилхлорид		Прочие
	ПЭВД Полиэтилен низкой плотности, полиэтилен высокого давления		

В качестве вторичного сырья можно использовать все виды пластмасс, указанные в таблице 1, а также следующие виды:

- АВС — Акрилонитрилбутадиенстирол
- ПВ — Полиэтиленовый воск
- ПА — Полиамиды
- ПК — Поликарбонаты
- ПБТ — Полибутилентерефталат

Пластиковые отходы должны перерабатываться, поскольку при сжигании пластика выделяются токсичные вещества, а разлагается пластик за 100-300 лет.

Остановимся на существующих способах переработки отходов полиэтилентерефталата (ПЭТ). Их можно разделить на две основные группы: механические и физико-химические. Основным механическим способом переработки отходов ПЭТ является измельчение, такая переработка позволяет получить порошкообразные материалы и крошку (флексы) для последующего литья под давлением.

Физико-химические методы переработки отходов ПЭТ могут быть классифицированы следующим образом:

- деструкция отходов с целью получения мономеров или олигомеров, пригодных для получения волокна и плёнки;
- переосаждение из растворов с получением порошков для нанесения покрытий; получение композиционных материалов;
- повторное плавление отходов для получения гранулята, агломерата и изделий экструзией или литьём под давлением;
- химическая модификация для производства материалов с новыми свойствами [8].

Основные способы переработки различных видов пластика - это пиролиз, гидролиз, гликолиз, метанолиз.

#### Органические отходы

Органические по своей природе отходы (отходы растительного или пищевого происхождения и макулатура) возможно перерабатывать посредством биологического компостирования и перегнивания. Получаемое в результате органическое вещество в дальнейшем используется в садоводстве и сельском хозяйстве как перегной или компост. Кроме того, выделяющийся в процессе перегнивания газ (например, метан) можно накапливать и затем использовать для выработки электричества.

Используется множество различных технологий биологической переработки, начиная с небольших куч удобрений на дачных участках и в сельской местности до переработки с использованием ферментов в специальных герметичных емкостях в промышленном масштабе. Методы биологического перегнивания делят в основном на два типа: аэробный и анаэробный, хотя существуют и смешанные типы.

#### Аккумуляторы и батареи

На сегодняшний день все типы батарей (щелочные, никель-кадмиевые, никель-металл-гидридные, литий-ионные), выпускаемые в Европе, могут быть переработаны.

Процесс переработки состоит из трёх основных шагов: подготовка смеси; выжигание; плавка и отливка. При этом все «лишние» компоненты сжигаются, на конечном этапе слитки разделяются на болванки и плавятся с добавлением железа, до достижения стандартного состава – никель от 8 до 16 %, хром от 9 до 16 %, железо – оставшееся, незначительное содержание марганца, углерода и молибдена. Шлаки, выделенные при переплавке, являются безопасными для здоровья, поэтому в дальнейшем они используются в строительстве зданий и дорог.

С 2013 года на территории России функционирует первый завод, имеющий линию по переработке щелочных батареек гидрометаллургическим способом – «Мегаполисресурс» в г. Челябинске. [9] В настоящее время процент батареек сдаваемых на переработку в России постепенно растёт. При попадании же на свалки и полигоны

батарейки выделяют тяжелые металлы, один элемент питания способен загрязнить около 20 м<sup>2</sup> земли.

#### Текстиль и обувь

Изношенная одежда также может быть использована как вторсырье, для этого она должна пройти тщательный отбор: отделяются все металлические, пластмассовые детали (пуговицы, кнопки, застежки-молнии), затем идет разделение по типу ткани (хлопок, лён, полиэстер и т. д.). Например, джинсовая ткань поступает на заводы по производству бумаги, где ткань измельчается и отмачивается, после этого процесс производства идентичен целлюлозному.

Обувь подвергается похожему процессу сортировки: подошва отделяется от верха, компоненты сортируют по типу материала, после чего они поступают на предприятия по переработке резины, пластмассы и т. д. [10]

Проанализировав изложенный материал можно сделать вывод, что увеличение объема вторичной переработки отходов позволит не только значительно экономить различные виды природных ресурсов, но и сокращать количество вредного воздействия на окружающую среду, сохранять благоприятную экологическую обстановку.

#### Литература

1. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 25.12.2018) "Об отходах производства и потребления" – Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс». Утверждена приказом Минприроды России от 14.08.2013 N 298 – Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Приказ Минприроды России от 14.08.2013 N 298 «Об утверждении комплексной стратегии обращения с твердыми коммунальными (бытовыми) отходами в Российской Федерации» – Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс»

3. Распоряжение Правительства РФ от 25.07.2017 N 1589-р «Об утверждении перечня видов отходов производства и потребления, в состав которых входят полезные компоненты, захоронение которых запрещается» – Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».

4. Дрейер А.А., Сачков А.Н., Никольский К.С., Маринин Ю.И., Миронов А.В., Твердые промышленные и бытовые отходы, их свойства и переработка // «Экология городов», 1997. С. 24.

5. Вторичное сырьё [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://ru-wiki.ru/wiki> (Дата обращения: 10.03.19).

6. Итальянские ученые разработали резиновый бетон. [build-chemi.ru](http://build-chemi.ru).

7. Утилизация и переработка шин [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://ru-wiki.ru/wiki> (Дата обращения: 06.03.19).

8. Рута Бендере, гл. ред. Управление твёрдыми бытовыми отходами. – NRJ, 2008. 97 с.

9. Утилизация батареек в России и мире [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://gia.ru/20131121/971073902.html> (Дата обращения: 11.03.19).

10. Гринин А.С., Новиков В.Н. Промышленные и бытовые отходы. – ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 336 с.

УДК 502.51

### **Комплексная оценка уровня загрязнения реки Вихорева за 2018 г**

А.В. Кобзев, М.Р. Ерофеева

Братский государственный университет, ул.Макаренко,40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** Вихорева, поверхностные воды, комбинаторный индекс, качество воды, комплексная оценка

*В статье изложена информация, позволяющая оценить качество воды реки Вихорева, протекающей по территории г.Братска и Братского района. Для контроля*

*качества воды и мониторинга загрязнения реки Вихорева установлены 3 пункта наблюдения: в пос. Чекановский, в с. Кобляково и в г. Вихоревка. Уровень загрязнения воды конкретным ингредиентом определяется по величине превышения норматива предельно допустимой концентрации (ПДК). Методические рекомендации, изложенные в РД № 52.24.643 - 2002 «Метод комплексной оценки степени загрязнённости поверхностных вод по гидрохимическим показателям» позволяют установить «Комбинаторный индекс загрязнённости воды», который свидетельствует о характеристике состоянии воды, которая разделена на классы с 1 по 5: условно чистая, слабо загрязнённая, загрязнённая, грязная, экстремально грязная. Достоинством метода является то, что в балльную шкалу переводятся не только величины кратности превышения допустимой концентрации, но и частоты, что, в конечном итоге, препятствует сглаживанию усреднённого индекса.*

Река Вихорева является левым притоком Ангары. Она берет свое начало на северных склонах Катерминского хребта на высоте 620 м и впадает в Ангару на расстоянии 1033 км от ее устья или 85 км от нижнего бьефа Братской ГЭС. Впадая в Усть-Илимское водохранилище, река образует Усть-Вихоревский залив. Общая протяженность реки составляет 236 км, а площадь водосбора – 5340 км<sup>2</sup>. В верхнем и среднем течении река имеет горный характер, в нижнем – равнинный. Ее средний уклон 1,51%, при этом верхний участок реки имеет уклон 3,62%. На территории города Братска река имеет ширину до 30 м и глубину до 2 м, при средней глубине 0,7...0,8 м. Средняя скорость течения составляет 0,5 м/с. Все значительные притоки – левобережные, наибольшие из них реки Убь и Бурдой.

В связи с тем, что десятилетиями был произведен сброс сточных вод, в следствии которого был нарушен уровневый, гидрохимический и термический режим реки в районе города и ниже, на всем протяжении ниже места сброса лесопромышленного комплекса Филиала АО «Группа «Илим» в г.Братске река выведена из строя как нерестилище ценных видов рыб.

Для контроля качества воды и мониторинга загрязнения р. Вихорева были установлены 3 пункта наблюдения: в пос. Чекановский, в с. Кобляково и в г. Вихоревка. Из них, только в пункте с. Кобляково р. Вихорева имеет сток, смешанный с лесопромышленным комплексом группы ИЛИМ филиала г. Братск. С 1987г. организованный сброс сточных вод ПАО РУСАЛ Братск в р. Вихорева в пункте наблюдений пос.Чекановский прекращен. На пункте наблюдения в г. Вихоревка возможность поступления большого количества загрязняющих веществ в водный объект, в том числе в результате аварийной ситуации на предприятии, отсутствует.

В 2018 г. на 3 пунктах наблюдения, в соответствии с программой наблюдений, было выполнено 454 химических анализа по следующим ингредиентам: взвешенные вещества, растворенный кислород, ХПК, БПК, азот аммонийный, азот нитритный, азот нитратный, фенолы, нефтепродукты, СПАВ, фтор, сульфиды, сероводород, формальдегид, лигнин, кальций, магний, общая жесткость, хлориды, кремний, сульфаты. Уровень загрязнения воды конкретным ингредиентом определяется по величине превышения норматива предельно допустимой концентрации (ПДК). Под ПДК понимается такая максимальная концентрация химических элементов и их соединений в окружающей среде, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени на организм человека не вызывает патологических изменений или заболеваний, устанавливаемых современными методами исследований, в любые сроки жизни настоящего и последующего поколений.

В ходе работы при анализе данных по фактическим содержаниям загрязняющих веществ по всем 3 пунктам наблюдения был применён руководящий документ РД № 52.24.643 - 2002 «Метод комплексной оценки степени загрязнённости поверхностных вод по гидрохимическим показателям». Использование данного метода позволяет определить удельный комбинаторный индекс загрязнённости воды (УКИЗВ), который является наиболее информативным [1].

Значение УКИЗВ может варьировать в водах различной степени загрязнённости от 1 до 16. Большому значению индекса соответствует худшее качество воды в различных

створах, пунктах и т. д. Классификация качества воды, проведенная на основе значений УКИЗВ, позволяет разделять поверхностные воды на 5 классов в зависимости от степени их загрязненности: 1-й класс – условно чистая; 2-й класс – слабо загрязненная; 3-й класс – загрязненная; 4-й класс – грязная; 5-й класс – экстремально грязная. Большей степени загрязненности воды комплексом загрязняющих веществ соответствует больший номер класса. В таблице 1 представлена классификация качества воды водотоков по значению удельного комбинаторного индекса загрязненности воды.

Таблица 1

Классификация качества воды водотоков по значению удельного комбинаторного индекса загрязненности воды

Класс и разряд	Характеристика состояния загрязненности воды	Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды					
		Без учета числа КПЗ	В зависимости от числа учитываемых КПЗ				
			1 ( $k = 0.9$ )	2 ( $k = 0.8$ )	3 ( $k = 0.7$ )	4 ( $k = 0.6$ )	5 ( $k = 0.5$ )
1	условно чистая	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
2	слабо загрязненная	(1; 2]	(0,9; 1,8]	(0,8; 1,6]	(0,7; 1,4]	(0,6; 1,2]	(0,5; 1,0]
3	загрязненная	(2; 4]	(1,8; 3,6]	(1,6; 3,2]	(1,4; 2,8]	(1,2; 2,4]	(1,0; 2,0]
разряд «а»		(2; 3]	(1,8; 2,7]	(1,6; 2,4]	(1,4; 2,1]	(1,2; 1,8]	(1; 1,5]
разряд «б»	очень загрязненная	(3; 4]	(2,7; 3,6]	(2,4; 3,2]	(2,1; 2,8]	(1,8; 2,4]	(1,5; 2,0]
4	грязная	(4; 11]	(3,6; 9,9]	(3,2; 8,8]	(2,8; 7,7]	(2,4; 6,6]	(2,0; 5,5]
разряд «а»		(4; 6]	(3,6; 5,4]	(3,2; 4,8]	(2,8; 4,2]	(2,4; 3,6]	(2,0; 3,0]
разряд «б»		(6; 8]	(5,4; 7,2]	(4,8; 6,4]	(4,2; 5,6]	(3,6; 4,8]	(3,0; 4,0]
разряд «в»		(8; 10]	(7,2; 9,0]	(6,4; 8,0]	(5,6; 7,0]	(4,8; 6,0]	(4,0; 5,0]
разряд «г»		(8; 11]	(9,0; 9,9]	(8,0; 8,8]	(7,0; 7,7]	(6,0; 6,6]	(5,0; 5,5]
5	Экстремально грязная	(11; ∞]	(9,9; ∞]	(8,8; ∞]	(7,7; ∞]	(6,6; ∞]	(5,5; ∞]

В пункте наблюдения расположенный у с. Кобляково полученные данные показывают о превышении ПДК в пробах воды реки Вихорева по 11 ингредиентам химического состава воды из 19 учитываемых значений, а именно по взвешенным веществам, ХПК, азоту нитритному и аммонийному, фенолам, формальдегиду, лигнину, нефтепродуктам,  $H_2S$ , сульфитам, растворенному кислороду.

Кратность превышения ПДК определяется при помощи частного оценочного балла по кратности превышения ( $S_b$ ). Частный оценочный балл ( $S_b$ ) для азота нитритного, нефти, формальдегида, сульфитов колеблется от 1 до 2, что свидетельствует о низком уровне загрязнения. У взвешенных веществ, ХПК, БПК<sub>5</sub>, азота аммонийного, фенолов,  $H_2S$  частный оценочный балл, согласно результатам расчёта, находится в интервале от 2 до 3, что свидетельствует о среднем уровне загрязнения. Для лигнина  $S_b = 3.10$ , что характерно для высокого уровня загрязнения воды данным веществом.

По значению повторяемости случаев загрязненности определяют характер загрязненности воды по устойчивости загрязнения. Характеристика повторяемости превышения ПДК бывает следующая: единичная (до 10% проб с превышением ПДК), неустойчивая (10-30% проб), характерная (30-50% проб), устойчивая (50-100% проб). Для взвешенных веществ, ХПК, БПК,  $NH_4$ , фенолов, формальдегида, лигнина, согласно методике [1], в течение года характерна «устойчивая» загрязнённость, что подтверждается максимальными значениями рассчитанных частных оценочных баллов по повторяемости ( $S_a=4$ ). Для нефти,  $H_2S$ , сульфатов повторяемость определяется как «характерная», а для растворенного кислорода, азота нитритного определяется как «неустойчивая».

Следует отметить, что оценочные баллы ( $S_a$ ,  $S_b$ ) рассчитываются с учётом линейной интерполяции, что исключает того, что резкие скачки в данных «смягчат» усредненные расчёты [2].

Обобщенный оценочный балл рассчитывается как произведение частных оценочных баллов по повторяемости случаев загрязненности и средней кратности превышения ПДК.

Наибольший вклад в общую оценку степени загрязненности воды в пункте «с. Кобляково» вносят ХПК, азот аммонийный, фенолы, лигнин. Обобщенные оценочные баллы этих ингредиентов составляют 9.16, 9.60, 9.16, 12.40 соответственно. Это относит их к критическим показателям загрязнённости воды водного объекта.

Классификация качества воды по степени загрязненности осуществляется с учетом следующих данных: комбинаторного индекса загрязненности воды, критического показателя загрязненности (КПЗ) воды, коэффициента запаса, количества учтенных в оценке ингредиентов и показателей загрязненности. С учётом того, что удельный комбинаторный индекс загрязнённости воды составил 4,43, а коэффициент запаса 0,6 (из-за числа КПЗ в пункте наблюдения – 4), степень загрязненности реки Вихорева в пункте наблюдения «с. Кобляково» можно характеризовать как 4-й класс, разряд «б» «грязная».

### **Литература**

1. РД 52.24.643-2002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателями : метод. указания. – СПб. : Гидрометеиздат, 2004. – 50 с.
2. Оценка и нормирование качества природных вод: критерии, методы, существующие проблемы: Учебно-методическое пособие [Текст] / сост. О.В. Гагарина. / Ижевск: Издательство «Удмуртский университет». - 2012. – С. 121.

## ***Современные технологические машины и оборудование***

УДК 666.97.033

### **Разработка структуры процесса обработки свежеуложенных строительных материалов**

Е.А. Филиппова, Д.В. Ковальчук, С.Н. Герасимов

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** изделия, отделка, железобетонные конструкции, бетонные поверхности, заглаживание, рабочий орган, заглаживающие машины.

*В статье рассматриваются способы обработки бетонных изделий и виды машин для их отделки. Долгая практика использования разного вида обрабатывающих строительные материалы машин, устройств и приспособлений говорит о довольно сильно выраженной связи между характером воздействия на преобразуемые объекты и получаемым результатом. К текущему моменту по всем известным способам воздействия на обрабатываемые поверхности строительных материалов собран внушительный экспериментальный материал, с всевозможных сторон рассмотрены рациональные решения, реализующие эти способы. Так же в статье был проведен обзор каталогов и нормативных документов по железобетонным конструкциям и изделиям. На основании полученной информации была составлена структурная схема обработки незатвердевших бетонных поверхностей, которая позволяет наиболее целесообразно решать технологические задачи, обработки бетонных поверхностей.*

Отделка поверхностей железобетонных изделий на стадии их изготовления на технологических линиях заводов железобетонных изделий (ЖБИ), когда панель находится в свежеотформованном виде и легко поддается заглаживанию, является эффективной и наименее кропотливой операцией, применение для этих целей заглаживающей машины позволяет в значительной степени повысить качество обрабатываемых поверхностей изделий.

В данный момент существует два способа обработки изделий: отделка поверхности до термовлажностной обработки изделия, т.е. в незатвердевшем виде, и отделка поверхности затвердевших изделий. Первый способ отделки наиболее популярен, экономически более разумен, так как легко-изменяемая поверхность изделия заглаживается до нужной чистоты с меньшими расходами. Второй способ применяется, в большинстве случаев, для обработки поверхностей, прилегающих к плоскостям формы. Этот вид отделки как правило сводится к предотвращению дефектов формования.

Отделка незатвердевших бетонных поверхностей во многих случаях реализуется ручным способом или различными нерезультативными машинами и является кропотливым процессом, замедляющий рост производительности труда во многих отраслях строительства. Отмеченные условия и то, что площадь поверхностей, требующих заглаживания, к настоящему времени превзошла 1,5 млрд. кв. метров в год и продолжает возрастать, сделали проблему заглаживания одной из самых актуальных.

Рассмотрение нормативных документов и каталогов по железобетонным конструкциям и изделиям, применяемых в различных областях строительства, показал, что наибольшую важность имеют вопросы чистоты поверхности в жилищном, а также в промышленном, дорожном, аэродромном и гидротехническом строительствах. Чистота

поверхности изделий крупнопанельного домостроения обязана удовлетворять требованиям СНиП I- А.4-62.

Кроме указанных областей строительства, предъявляющих конкретные требования к чистоте бетонных поверхностей, имеется большой объем сооружений, менее популярных, но все же имеющих существенную часть изделий с гладкой поверхностью [1].

Необходимая чистота любых видов поверхностей достигается различными способами. Выбор способа в существенной степени устанавливается типом применяемого формовочного оборудования. При горизонтальном способе формирования открытую поверхность легко можно обрабатывать до нужного класса шероховатости, заглаживая ещё не затвердевшую бетонную смесь. В противном случае дело обстоит с поверхностями, обращенными к форме.

Отделывать их можно лишь после пропаривания и распалубки изделия. При этом необходимо обрабатывать уже затвердевший бетон, что намного затрудняет задачу. Основными дефектами на поверхностях, обращенных к форме, оказываются неровности, передаваемые самой формирующей плоскостью, раковины или борозды от пузырьков и струек воздуха, выщерблины и сколы, образующиеся вследствие прилипания бетона к поддону, пустоты из-за недостаточного уплотнения смеси, обнажения арматурных каркасов, следы смазки и пр. Подобные дефекты предотвращают периодическим шлифованием поддонов форм или облицовки их специальными пластмассами. Другой крайне действенный метод - применение эмульсий и «подстилающих» растворов, наносимых на поверхность формы перед укладкой бетонной смеси [2].

Однако эти способы не всегда практичны, поэтому часто затвердевшие поверхности отделывают после распалубки изделий. С этой целью на них наносят специальные растворы и затем затирают поверхности при помощи специальных машин. В данный момент создано множество видов заглаживающих рабочих органов для отделки поверхностей свежееотформованных изделий. Эти рабочие органы различаются как конструктивным выполнением, так и новым способом воздействия на заглаживаемую поверхность. За последнее время наибольшее распространение получили машины с дисковыми, валковыми и брусковыми рабочими органами, состоящими, например, из бруса и диска или вала и диска и т.п.

Конструктивное выполнение машин с указанными рабочими органами также разнообразно: автономные, самоходные или прицепные машины порталного, мостового, консольного и других типов; навесные машины к виброформовочным агрегатам, бетоноукладчикам, вибропригрузкам или другому оборудованию; ручные заглаживающие машины [3].

Выбор того или иного вида машин устанавливают следующие основные положения их применения:

- 1) необходимое качество обрабатываемой поверхности исходя из состава бетонной смеси или фактурного раствора заглаживаемого слоя изделия;
- 2) размеры (конфигурация) обрабатываемого изделия;
- 3) необходимая производительность.

Качество обрабатываемой поверхности образуется шероховатостью поверхности по СНиП 1-А.4-62.

Тип изделия и его размеры по ширине вычисляют размер применяемого для его обработки рабочего органа, исходя из условий заглаживания за минимальное число проходов машины.

Производительность рабочего органа зависит от скорости заглаживания, которая для дисковых рабочих органов колеблется в пределах 0,1-0,2 м/с, для валковых и брусковых - 0,03-0,1 м/с [4].

Различные условия работы на заводах (разнообразие формовочного оборудования и технологий изготовления изделий, производственные площади и т.д.) предъявляют в каждом конкретном случае определенные запросы к конструкции заглаживающей машины.

Кроме того, необходимо учитывать, что в большинстве случаев ведущей процедурой является процесс формирования и операция заглаживания не должна увеличивать общего времени создания изделия [1].

Распространенное использование в строительной индустрии новых видов материалов, а также интенсификация процессов обработки обычных бетонных незатвердевших поверхностей выдвинули на первый план вопросы процессов заглаживания и затирка, связанных с вибрацией. При этом следует отметить, что изыскание рациональных условий обработки бетонных поверхностей должно производиться комплексно, на основе выяснения физико-химического механизма процесса заглаживания и прежде всего основных явлений, его определяющих: кинематики процесса и динамических свойств системы, напряженного состояния, пластических деформаций, разжижения в поверхностном слое и утапливания крупного заполнителя, механического перераспределения заполнителей в наиболее плотную упаковку, укатки, прессования, трения, тепловых процессов, химических и электрических явлений на контактных поверхностях и других факторов.



Рис. 1. Структурная схема обработки незатвердевших бетонных поверхностей

Они определяют структурную схему основных элементов (рис.1.), составляющих операцию заглаживания, т.е. взаимосвязь между исходными - первичными параметрами, задаваемыми конструктором (обрабатываемый строительный материал, размеры изделия) и технологом (тип заглаживающей машины и привода рабочего органа, схема настройки операций, конструкция рабочего органа и геометрия его кромки и режимы заглаживания), и вторичными параметрами, определяющими результаты реализации обработки (эксплуатационные характеристики изделия, в том числе точность обработки и качество поверхности, "производительность и экономичность заглаживания) [2].

Следует отметить, что приведенная на рис. 1. структурная схема заглаживания бетонных поверхностей; первичные параметры – процесс заглаживания - вторичные параметры; не является всеобъемлющей. Каждая область ее может пополняться по мере улучшения процессов заглаживания.

Пользуясь приведенной общей структурной схемой (рис. 1.) обработки бетонных поверхностей, можно изучить процесс заглаживания методически правильно. Помимо этого, она позволяет наиболее целесообразно решать технологические задачи, обработки бетонных поверхностей.

### Литература

1. Кокин А.Д., Байер В., Отделочные работы в строительстве: Справ. строителя.- М.:Стройиздат,1987.-656с
2. Болотный А.В. Теория и процессы заглаживания: Дис. д-ра техн. наук: 05.05.04 / Ленингр. инженер.-строит. ин-т. -Л., 1974.- 289с.: ил.
3. Норенков И.П. Введение в автоматизированное проектирование технических устройств и систем.-М.:ВШ, 1980.-312с.
4. Гуревич В.С., Дидук Г.А. Машинный метод формирования передаточных функций сложных структур // Проблема системотехники и АСУ. - СЗПИ, 1980.- С . 1 0 5 - 112.

УДК 621.879.3

## **Гибкие нагревательные элементы и возможное их применение для обогрева рабочего органа землеройной машины**

А.М. Воронович

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** гибкий нагревательный элемент, кабель ЭНГЛ – 1, силиконовый нагреватель, керамический ленточный нагреватель, углеродный карбоновый кабель, лента ЛУНГ.

*При выполнении земляных работ в летний или зимний период у экскаваторов, бульдозеров, автогрейдеров, скреперов, погрузчиков возникает проблема, связанная с адгезией грунта на рабочем органе машины. В связи с чем снижается на 20 – 30% геометрическая вместимость ковша у экскаваторов, скреперов, погрузчиков. Также интенсивное налипание грунта на рабочей поверхности отвала приводит к увеличению сопротивления копанью и снижению производительности. Проблема налипания грунта приводит к увеличению затрат на эксплуатацию землеройных машин. В статье приводится обзор существующих гибких нагревательных элементов, которые можно применить для борьбы с адгезией на рабочих органах землеройных машин. На основании полученной информации, выявлены наиболее целесообразные нагревательное оборудование, которое можно будет монтировать на рабочее оборудование землеройных машин и применять в производстве.*

Проблема налипания грунта приводит к увеличению затрат на эксплуатацию землеройных машин [1-7]. Для ее устранения применяют нагревательные элементы. Гибкие нагреватели представляют собой тонкий нагревательный элемент, обладающий большой гибкостью и изготовленный с применением новейших электронных материалов.

Они могут использоваться для передачи тепла на объект практически любой формы и конфигурации. Благодаря плоской форме, гибкий нагревательный элемент может быть изготовлен таким образом, чтобы обеспечить отсутствие тепла, в определенных местах нагреваемой конструкции повторяя форму площади, предназначенной для нагрева и не расходовать тепло на ту часть, которую обогревать не нужно.

Гибкие нагреватели идеально подходят там, где требуется термоэлемент со сложной геометрией, малой массой, минимальной толщиной и возможностями изгиба в различных плоскостях. Эти обогреватели имеют широкий спектр применения в промышленности, машиностроении, военном приборостроении и там, где нужна стабильность температуры в заданном диапазоне, надёжность, минимальное поперечное сечение, устойчивость к износу, оптимальные стоимостные характеристики и где гибкость имеет решающее значение [8].

Кабель ЭНГЛ-1. Герметичный нагреватель ЭНГЛ-1 предназначен для трубопроводов, промышленного или технологического оборудования, систем трубопровода, емкостей разного объема (рис. 1, а).

Конструкция ЭНГЛ-1 состоит из следующих частей:

- нагреватель из 8-ми нихромовых кабелей;
- оболочка из кремнеорганической резины (силикон);
- концы опрессованы.

Гибкая и мягкая силиконовая оплетка ЭНГЛ-1 позволяет применять их практически на любом оборудовании. Кабель имеет электрическую и гидроизоляцию.

Ленточный нагреватель выделяет тепло через нагревательные жилы, по которым проходит электрический ток.

Таблица 1

Техническая характеристика ЭНГЛ - 1

Температура нагрева	180°C – 250°C
Температура монтажа и эксплуатации, минимум	минимум -50°C;
Радиус изгиба	минимум 10 мм
Сечение активной части	ширина 24 мм, толщина 3,3 мм
Длина низкотемпературных выводов	700 мм
Мощность	40, 60, 80, 100 Вт/м
Напряжение	220, 230, 240, 380 В



Рис. 1. а - Кабель ЭНГЛ – 1, б - силиконовый нагреватель

Силиконовые нагреватели применяются в случаях, когда использование нагревателей с металлической или керамической основой практически невозможно. Особенность силиконового нагревателя в его гибкости и устойчивости к воздействию жидкости и некоторых реагентов.

Силиконовый нагреватель – это стекловолокно, которое покрыто специальным материалом похожим на резину с силиконовыми составляющими. Благодаря оптимально подобранным компонентам нагреватель обладает рядом положительных качеств: гибкость, прочность механическая, длительный срок эксплуатации, устойчивость к химическим воздействиям, экологичность и стойкость к воде (рис. 1, б).

Рабочая температура силиконовых нагревателей при длительном использовании не должна превышать 200°C. Допускается кратковременный нагрев до 260°C, но при достижении максимальной температуры в 300°C – происходят необратимые разрушения нагревателя.

Способы крепления силиконового нагревателя: клей вулканизирующий; механическое крепление; самоклеющаяся поверхность.

Таблица 2

Техническая характеристика силиконового нагревателя

Номинальная мощность	1,5 кВт
Номинальное напряжение	12 В – 380 В
Максимальный размер	5000 мм
Минимальный размер	20 мм – 20 мм
Диапазон температуры окружающей среды	– 60 ... +250°C
Толщина нагревателя	1,5 мм – 4 мм
Рабочая температура, максимальная	250°C

Керамические ленточные тэны – это промышленные нагревательные элементы для нагрева плоских или цилиндрических поверхностей. За счет своей гибкой конструкции могут принимать форму поверхности нагрева.

Керамический ленточный тэн представляет собой нагревательный элемент (реостатную проволоку в виде спирали), помещенный внутрь керамических изоляторов, из которых собирается нагреватель необходимых размеров и формы (рис. 2). Благодаря достаточной степени свободы лента из керамических изоляторов может достаточно свободно изгибаться в одной плоскости.

Техническая характеристика керамического ленточного нагревателя представлена в табл. 3.

Таблица 3

Техническая характеристика керамического ленточного нагревателя

Минимальная ширина, мм	15
Максимальная ширина, мм	500
Минимальная длина, мм	50
Максимальная длина, мм	1500
Толщина, мм	10-14
Максимальная электрическая мощность, Вт/см <sup>2</sup>	9
Напряжение, В	110, 220/230, 400
Максимальная рабочая температура нагревателя, °С	500

В углеродном кабеле в виде проводника выступает токопроводная основа, которая состоит из углеродного волокнистого материала. Изолятором выступает тефлон, который устойчив к высокой температуре.

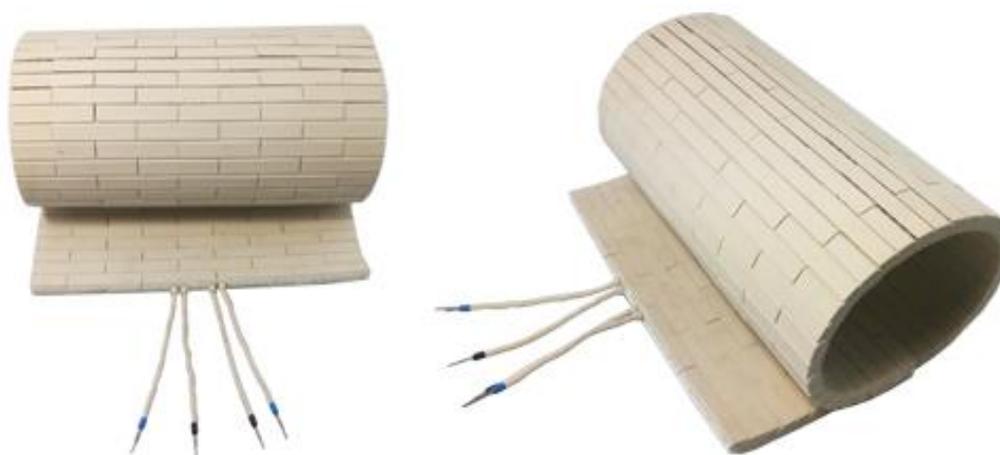


Рис. 2. Керамический ленточный нагреватель

Углеродное волокно – это большое количество тонких нитей диаметром от 5 – 15 мкм, которые образованы атомами углерода. Это происходит за счет соединения атомов углерода параллельно друг другу в кристаллы микроскопического размера. Для углеродных волокон характерна высокая степень натяжения и маленький удельный вес. Также углеродные волокна обладают небольшим коэффициентом температурного расширения и химической инертностью (рис. 3).

Тонкая нить волокна из углерода обладает высокой прочностью. Волокно практически нельзя растянуть или порвать, но при этом материал обладает эластичностью. Уникальность углеродистого волокна в его огнеупорности, углерод не перегорает даже в высоких температурах, но также он морозоустойчив.

Один из самых главных плюсов углеродного кабеля – это его экономичность. Затраты по потреблению электроэнергии на 30% ниже, в сравнении с его аналогами, при этом карбоновый кабель обладает большим сроком службы. Углеродная нить при подаче электроэнергии всего через 3 с от включения в сеть нагревается и также быстро остывает.

Также следует отметить, что углеродное волокно совместимо практически со всеми терморегуляторами.

Углеродный кабель с силиконовой изоляцией обладает мощностью в 25 Вт/м и температурой нагрева 180°C. Минимальная длина карбонового кабеля для подключения – 10 м.

Таблица 4

Техническая характеристика углеродного кабеля

Диаметр углеродного кабеля	от 1,8 – 5 мм
Тестовые напряжение	4500 В
Ток утечки	0,05 мА/м
Сопротивление изоляции	≥0,5 МОм; проводника: 33 Ом/м
Мощность напряжения	25 Вт/м
Номинальное напряжение	до 400 В
Инфракрасные волны	8 – 18 мкм



Рис. 3. Углеродный кабель

Лента углеродная нагревательная гибкая (ЛУНГ) предназначена для подогрева трубопроводов, технологического оборудования с плоскими поверхностями и сложной геометрической формы, а также для установки в электронагревательных изделиях в качестве нагревательного элемента [9].

Лента ЛУНГ (рис.4) содержит нагревательный элемент, изготовленный из волокнистого углеродного материала, электроизолирующий чехол из стеклоткани, дублированный слоем силиконового материала. Низкотемпературные выводы, соединенные с нагревательным элементом, выполнены медным проводом в термостойкой изоляции и служат для подключения питающего напряжения к ленте. Нагревательный элемент и концевые заделки герметизированы для защиты от воздействия внешней среды [10].

Таблица 5

Техническая характеристика ленты ЛУНГ

Номинальная мощность, Вт.	500	750
Удельная мощность, Вт./м	66	150
Номинальное напряжение питания, В.	220	
Температура поверхности	250°C (допустим кратковременный перегрев 300 °C)	
Длина, мм.	7500	5000
Ширина, мм.	60	



Рис. 4. Лента ЛУНГ

Рассмотренные существующие гибкие нагреватели можно применять для обогрева рабочего оборудования землеройных машин для борьбы с адгезией грунта. Налипание грунта в ковшах и отвалах значительно снижает производительность машин. Так как теплообогрев рабочей поверхности является наиболее эффективным способом борьбы с намерзанием грунта, необходимо осуществить теплообогрев рабочего органа, создавая необходимый микроклимат по всей рабочей зоне ковша. Для этой цели подойдет гибкое нагревательное оборудование с наименьшей толщиной, достаточной длины, чтобы обхватить весь обогреваемый участок и с большей температурой нагрева [7]. Из рассмотренных существующего нагревательного оборудования для этой цели подойдут ЭНГЛ – 1, углеродный кабель и лента ЛУНГ.

#### Литература

1. Зеньков С.А., Кожевников А.С., Кутимский Г.М. Использование электронагревательных гибких ленточных элементов для борьбы с намерзанием грунта к металлическим поверхностям рабочих органов землеройных машин // Механики XXI века. 2014. № 13. С. 156-160.

2. Зеньков С.А., Курмашев Е.В. Определение производительности экскаваторов при снижении адгезии грунтов // Вестник Иркутского регионального отделения Академии наук высшей школы РФ. 2010. № 2 (17). С. 191-195.

3. Зеньков С.А., Балахонов Н.А., Чубыкин А.С., Кожевников А.С. Влияние жидкостного промежуточного слоя на адгезию грунта к металлическим поверхностям рабочих органов землеройных машин // Механики XXI века. 2014. № 13. С. 152-156.

4. Зеньков С.А., Курмашев Е.В., Мунц В.В. Стенд для исследования влияния комбинированного воздействия на адгезию грунтов к землеройным машинам // Механики XXI века. 2007. № 6. С. 15-18.

5. Зеньков С.А., Товмасын Э.С. Математическая модель для определения параметров оборудования высокочастотного действия при проектировании ковшей экскаваторов // Современные проблемы теории машин. 2014. № 2. С. 41-44.

6. Зеньков С.А., Батуру А.А., Булаев К.В., Диппель Р.А. Анализ структуры рабочего органа ковшовой типа с устройством внешнего интенсифицирующего воздействия для снижения адгезии грунта // Механики XXI века. 2005. № 4. С. 49-52.

7. Зеньков С.А., Курмашев Е.В. Определение параметров вибрационного оборудования к ковшам экскаваторов для снижения адгезии грунтов // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. 2009. № 4-2(89). С. 90-94.

8. Гибкие нагревательные элементы [Электронный ресурс]: URL: [http:// onuxmef.ru](http://onuxmef.ru) (дата обращения: 15.02.2019).

9. Гибкие нагревательные элементы [Электронный ресурс]: URL: <http://electro-nagrev.ru> (дата обращения: 18.02.2019).

10. Лента ЛУНГ [Электронный ресурс]: URL: [http:// http://elkadm.ru](http://http://elkadm.ru) (дата обращения: 22.02.2019).

УДК 621.923.6

## **Зарубежные комбинированные методы обработки материалов**

С.Ю. Звядинцева, Е.А. Чирков, А.В. Леон

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** металлорежущий инструмент, качество поверхности, алмазный шлифовальный круг, комбинированная электроалмазная обработка.

*В статье приводится краткий перечень существующих за рубежом методов обработки современных материалов, основанных на комбинированном, одновременном воздействии нескольких типов энергии на обрабатываемую поверхность. Эти методы относятся к нетрадиционным методам обработки (в отличие от традиционных, таких как точение, сверление, шлифование и т.п.) и делятся на механические нетрадиционные процессы обработки, комбинированные процессы обработки поверхности шлифованием, химико-механические методы, электрохимические виды нетрадиционных процессов обработки, термоэлектрические виды нетрадиционных процессов обработки. У всех этих методов есть аналогичные отечественные методы обработки.*

Основным преимуществом комбинированных способов размерной обработки современных материалов является минимизация дефектов обработанной поверхности, улучшение ее целостности. Помимо этого, считается, что эти способы более скоростные (увеличение скорости удаления материала), качественные (снижение износа инструмента), производительные (сокращение времени производства). Также они позволяют расширить область применения и реализовать новые возможности в производстве различных изделий машиностроения, которые не могут изготавливаться обычными методами обработки, что должно привести к повышению конкурентоспособности российской промышленности, в частности аэрокосмической, автомобильной и электронной промышленности.

Рядом исследователей [1–4] была ранее создана классификация производственных процессов, в которых широко применяются два основных подхода. Первый подход классифицирует процессы на отливку, резку, формование и изготовление. Второй является более всеобъемлющим, он классифицирует процессы на пять подразделов с процессами литья, механической обработкой, обработкой листового металла и полимеров, а также процессы объемной деформации.

1. Технология соединения: состоит из процессов, с помощью которых две или более заготовок соединяются для формирования новой заготовки. Типичными примерами являются сварка и сборка.

2. Технология разделения: процессы разделения являются противоположностью процессов соединения, например, распиловка и разборка.

3. Субтрактивная технология: снятие припуска - это процессы удаления материала, при которых материал удаляется из одной заготовки, в результате чего получается новая заготовка, например, операции обработки фрезерованием, водоструйной резкой и EDM и т. д.).

4. Преобразующая технология: одна заготовка используется для создания другой заготовки, причем масса при этом не изменяется. Формование, термическая обработка, а также криогенное охлаждение являются примерами трансформационных процессов.

5. Аддитивная технология: материал добавляется к существующей заготовке для создания новой заготовки, где масса готовой заготовки больше, чем раньше. Быстрое прототипирование и литье под давлением являются наиболее широко используемыми процессами аддитивного производства.

Среди них комбинированными методами обработки являются (таблица 1):

– mechanical type of NTM processes (механические нетрадиционные процессы обработки);

– abrasive hybrid machining processes (комбинированные процессы обработки поверхности шлифованием);

– chemical machining processes (химико-механические методы);

– electrochemical type of NTM processes (электрохимические виды нетрадиционных процессов обработки);

– thermo-electrical type of NTM processes (термоэлектрические виды нетрадиционных процессов обработки).

Определения нетрадиционных процессов обработки, встречающиеся в литературе, дают им следующие пояснения. Признано, что они относятся к гибриднему производству (это термин не по ГОСТу). Многие исследователи называют сочетание различных производственных процессов гибридным производством или гибридным процессом без более точного определения.

Некоторые описывают «гибридную обработку» как комбинацию двух или более процессов обработки для удаления материала. Это определение до сих пор считается расплывчатым. Подчеркивается, что рабочие характеристики гибридных процессов механической обработки должны значительно отличаться от тех, которые характерны для каждого из процесса в отдельности. Указывается, что комбинация операций механической обработки может рассматриваться как с точки зрения гибридного метода механической обработки, при котором два или более процесса механической обработки применяются независимо на одном станке, так и с точки зрения подхода механической обработки с помощью, при котором два или больше процессов используются одновременно. Точно так же используется понятие «процесс гибридной обработки», чтобы представить комбинацию двух или более процессов обработки с различными механизмами удаления материала. Другими словами, только метод, в котором два или более процесса удаления материала работают одновременно, может быть назван «гибридным» или нетрадиционным.

Стоит отметить, что у всех этих методов существуют аналогичные отечественные методы обработки [5, 6].

Таблица 1

Классификация зарубежных нетрадиционных методов обработки  
Non-traditional machining (NTM) processes

<b>Mechanical type of NTM processes</b>	
Abrasive flow machining	AFM
Abrasive jet machining	AJM
Abrasive water jet machining	AWJM
Low-stress grinding	
Magnetic abrasive finishing	MAF
Ultrasonic machining	USM
Water jet machining	WJM
<b>Abrasive hybrid machining processes</b>	<b>AHM</b>
Abrasive jet machining	AJM
Abrasive electrical machining	AEDM
Abrasive electrochemical machining	AECM
Abrasive electro-chemical-discharge machining	AECDM
Abrasive electrochemical finishing	AECF
Abrasive electrical discharge finishing	AEDF
Abrasive electrochemical grinding	AECG
<b>Chemical machining processes</b>	<b>CHM</b>
Chemical machining (chemilling)	CM
Electropolishing	
Photochemical machining	
<b>Electrochemical type of NTM processes</b>	
Electrochemical machining	ECM
Electrochemical grinding	ECG
Electrochemical honing	ECH
Electrochemical turning	ECT
Electrochemical polishing	ECP
Electrochemical milling (frontal)	
Electrochemical milling (side wall)	
Electrochemical discharge grinding	ECDG
Electrochemical discharge machining	ECDM
Electrochemical deburring	
Electro etching	
Shaped tube electrolytic machining	
Ultrasonic electrochemical machining	USECM
<b>Thermo-electrical type of NTM processes</b>	
Electrical discharge machining	EDM
Electrical discharge machining (finishing)	
Electrical discharge machining (roughing)	
Electrical discharge grinding	EDG
Electro-discharge diamond grinding	EDDG
Electro-discharge diamond surface grinding	EDDSG
Electrical discharge drilling	
Ram EDM	
Wire EDM	WEDM
Micro-EDM	
CNC EDM	
Die-sinking EDM	
Rotary EDM	
Dry EDM	
Micro-WEDM	
CNC WEDM	
Electron beam machining	EBM
Laser beam machining	LBM
Laser milling	
Laser micro machining	
Plasma beam machining	
Ion beam machining	IBM
Plasma arc machining (cutting)	PAM

### Литература

1. Ioan D. Marinescu, Mike P. Hitchiner, Eckart Uhlmann, W. Brian Rowe, Ichiro Inasaki. Handbook of Machining with Grinding Wheels / Second Edition, CRC Press, 2016. – 724 p. ISBN-13: 978-1482206685.
2. Grzesik W., Kruszynski B., Ruszaj A. Surface Integrity of Machined Surfaces. In: Davim J. (eds) Surface Integrity in Machining / Springer, London, 2010. – pp. 143–179.
3. Cheng Lao Qi, Yi Shang Zhi. Experimental Study on Cooling-Air Grinding of High Speed Steel // Applied Mechanics and Materials. – 2013. – V. 288. – pp. 308–312. – doi: 10.4028/www.scientific.net/AMM.288.308.
4. Vijayan K., Gouthaman N., Rathinam T. A Study on the Parameters in Hard Turning of High Speed Steel // International Journal of Materials Forming and Machining Processes. – 2018. – V. 5(2). – pp. 1–12. – doi: 10.4018/IJMFMP.2018070101.
5. Popov V.Y., Yanyushkin A.S. Adhesion-diffusion interaction of contact surfaces with the treatment diamond grinding wheels // Eastern European Scientific Journal. – 2014. – No. 2. – pp. 301–310. – doi: 10.12851/EESJ201404ART46.
6. Popov V.Yu., Arkhipov P.V., Rychkov D.A. Adhesive wear mechanism under combined electric diamond grinding // MATEC Web of Conferences. – 2017. – V. 129. – pp. 01002. – doi: 10.1051/mateconf/201712901002.

## ***Теплоэнергетика и теплотехника***

УДК 53.091

### **Определение показателей микроклимата в турбинном цехе ТЭЦ-6**

К.Г. Юрин, А.П. Бобровский

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** микроклимат, шум, частота звука, звуковое давление, постоянный шум, непостоянный шум, уровень звукового давления, октавная полоса.

*В статье будут рассмотрены вредное воздействие шума на организм человека, его нормирование, борьба с шумом, а также методы контроля шума на производстве. Произведен расчет уровня звукового давления в определенной точке основываясь на расчетных и измерительных показателях уровня шума в турбинном цехе ТЭЦ-6 и сделан вывод о необходимости использования необходимых средств защиты в этой точке полагаясь на нормируемые параметры шума предельно допустимые уровни звукового давления. Предельно допустимые уровни звука определены ГОСТ 12.1.003-83 и санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562 – 96.*

В настоящее время общество все большее внимание уделяет снижению неблагоприятных воздействий на человека при работе промышленных объектов. Одно из таких воздействий оказывает шум от объектов энергетики. Шум – это совокупность звуков различной интенсивности и частоты. С физиологической точки зрения шумом принято называть любой нежелательный для человека звук [1]. В качестве звука ухо человека воспринимает упругие колебания (акустические колебания) распространяющиеся волнообразно в твердой, жидкой или газообразной средах. Шум, как и звук, характеризуется физическими показателями, а именно частотой, интенсивностью и звуковым давлением.

Частота звука – число колебаний звуковой волны в секунду. Единица измерения – Гц. Акустические колебания с частотой от 16 до 20000 Гц воспринимаются органами слуха как слышимые звуки. Звуки с частотой до 16 Гц – инфразвуки, свыше 20000 Гц (20 кГц) – ультразвуки. Инфра- и ультразвуки – неслышимые звуки.

Звуковое давление – это превышение создаваемого звуковой волной давления над атмосферным давлением. Единица измерения – Па ( $\text{Н/м}^2$ ). Интенсивность звука – это количество энергии переносимое звуковой волной через единицу площади в единицу времени. Единица измерения  $\text{Вт/м}^2$ . Звуковое давление и интенсивность звука могут изменяться по величине давления до  $10^8$  раз, по интенсивности до  $10^{16}$  раз. Кроме того, ухо человека реагирует не на абсолютное, а на относительное изменение интенсивности звука. Поэтому были введены логарифмические величины, которые называют уровнями интенсивности или звукового давления. Единица измерения – децибел (дБ).

Негативное воздействие от шума объектов, в том числе энергетических, имеет следующие аспекты:

- медицинский;
- социальный;
- экономический.

Медицинский аспект обусловлен тем, что повышенный шум оборудования влияет на нервную и сердечно-сосудистую системы, репродуктивную функцию человека, вызывает раздражение, нарушение сна, утомление, агрессивность, способствует развитию психических заболеваний. Профессиональные заболевания, связанные с шумовым

воздействием, занимают первое место среди других заболеваний работников ТЭЦ.

Социальный аспект связан тем, что под шумовым воздействием энергетических объектов находятся очень большие группы населения. По некоторым данным свыше 60% населения крупных городов проживает в условиях чрезмерного шума.

Экономический аспект обусловлен тем, что шум влияет на производительность труда, а лечение болезней, вызванных шумовым воздействием, требует значительных социальных выплат. Увеличение уровня звука на 1-2 дБА приводит к снижению производительности труда на 1% (при уровнях звука более 80 дБА). Доказано, что шум уменьшает зрительную реакцию. Это вместе с утомляемостью резко увеличивает вероятность ошибок при работе операторов, что особенно недопустимо, например, в энергетическом производстве где важную роль играет надежность [2].

Многочисленными исследованиями доказано, что шум снижает производительность труда на промышленных предприятиях на 30%, повышает опасность травматизма приводит к развитию заболеваний. Длительное воздействие шума на человека может привести к такому профессиональному заболеванию, как «шумовая болезнь». В структуре профессиональных заболеваний в РФ 17% приходится на заболевания органов слуха.

Установлено, что утомляющее и повреждающее слух действие шума пропорционально его высоте (частоте). Наиболее выраженные и ранние изменения наблюдаются на частоте 4000 Гц и близкой к ней области частот. При этом импульсный шум (при одинаковой эквивалентной мощности) действует более неблагоприятно, чем непрерывный. Особенности его воздействия существенно зависят от превышения уровня импульса над уровнем, определяющим шумовой фон на рабочем месте.

Развитие профессиональной тугоухости зависит от суммарного времени воздействия шума в течение рабочего дня и наличия пауз, а также общего стажа работы. Начальные стадии профессионального поражения наблюдаются у рабочих со стажем 5 лет, выраженные (поражение слуха на все частоты, нарушение восприятия шепотной и разговорной речи) – свыше 10 лет [3].

Шумовые патологии подразделяются на специфические, наступающие в звуковом анализаторе, и неспецифические, возникающие в других органах и системах. Поражение органа слуха определяется главным образом интенсивностью шума. Изменения в центральной нервной системе наступают значительно раньше, чем нарушения в звуковом анализаторе. Шум с уровнем звукового давления до 30-35 дБ привычен для человека и не беспокоит его. Повышение этого уровня до 40-70 дБ создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, и при длительном действии может быть причиной неврозов. Воздействие шума уровнем свыше 80 дБ может привести к потере слуха – профессиональной тугоухости. При действии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонок, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть. Интенсивный шум при ежедневном воздействии медленно влияет на незащищенный орган слуха и приводит к развитию тугоухости. Снижение слуха на 10 дБ практически неощутимо, на 20 дБ – начинает серьезно мешать человеку, так как нарушается способность слышать важные звуковые сигналы, наступает ослабление разборчивости речи.

Снижение слуха восстанавливается в редких случаях при непродолжительном воздействии шума, если оно является результатом незначительных сосудистых изменений. При длительном акустическом воздействии или при острой акустической травме происходят необратимые нарушения в слуховом анализаторе. В некоторых случаях решить проблему потери слуха помогает слуховой аппарат, но он не в состоянии восстановить естественную остроту слуха в той же степени, как, например, очки возвращают остроту зрения. При воздействии шума наблюдаются также отклонения в состоянии вестибулярной функции, общие не специфические изменения в организме: головные боли, головокружения, боли в области сердца, повышение артериального давления, боли в области желудка. Шум вызывает снижение функции защитных систем и общей устойчивости организма к внешним воздействиям.

Кроме интенсивности шума особенности воздействия шума на организм человека определяет характер спектра. Более неблагоприятное влияние оказывают высокие частоты

(свыше 1000 Гц) по сравнению с низкими (31,5...125 Гц). К биологически агрессивному шуму относится импульсный и тональный шум. Относительно благоприятным является также постоянный шум, по сравнению с непостоянным, из-за непрерывно меняющегося уровня звукового давления во времени. Длительное воздействие интенсивного шума на человека приводит к развитию шумовой болезни, являющейся самостоятельной формой профессиональной патологии.

Шумовая болезнь – это общее заболевание организма с преимущественным поражением органа слуха, центральной нервной и сердечнососудистой систем, развивающееся в результате длительного воздействия интенсивного шума. Формирование патологического процесса при шумовом воздействии происходит постепенно и начинается с неспецифических проявлений вегетативно-сосудистой дисфункции. Далее развиваются сдвиги со стороны центральной нервной и сердечнососудистой систем, затем – специфические изменения в слуховом анализаторе [4].

Помимо действия шума на органы слуха установлено его вредное влияние на многие органы и системы организма, в первую очередь на центральную нервную систему, функциональные изменения в которой происходят раньше, чем диагностируется нарушение слуховой чувствительности. Поражение нервной системы под действием шума сопровождается раздражительностью, ослаблением памяти, апатией, подавленным настроением, изменением кожной чувствительности и другими нарушениями.

Таким образом, воздействие шума может привести к сочетанию профессиональной тугоухости с функциональными расстройствами центральной нервной, вегетативной, сердечнососудистой и других систем, которые могут рассматриваться как профессиональное заболевание – шумовая болезнь. Профессиональный неврит слухового нерва (шумовая болезнь) чаще всего встречается у рабочих различных отраслей машиностроения, энергетики, текстильной промышленности и проч. Случаи заболевания встречаются у лиц, работающих на ткацких станках, с рубильными, клепальными молотками, обслуживающих прессоштамповочное оборудование, у испытателей-мотористов и других профессиональных групп, длительно подвергающихся интенсивному шуму [3].

Для борьбы с шумом в помещениях проводятся мероприятия как технического, так и медицинского характера. Основными из них являются:

- устранение причины шума, т. е. замена шумного оборудования, механизмов на более современное, менее шумное оборудование;
- изоляция источника шума от окружающей среды (применение глушителей, экранов, звукопоглощающих строительных материалов);
- ограждение шумящих производств зонами зеленых насаждений;
- применение рациональной планировки помещений;
- использование дистанционного управления при эксплуатации шумящего оборудования и машин;
- использование средств автоматики для управления и контроля технологическими производственными процессами;
- использование индивидуальных средств защиты (беруши, наушники, ватные тампоны);
- проведение периодических медицинских осмотров с прохождением аудиометрии;
- соблюдение режима труда и отдыха;
- проведение профилактических мероприятий, направленных на восстановление здоровья.

Основными мероприятиями по борьбе с шумом являются рационализация технологических процессов с использованием современного оборудования, звукоизоляция источников шума, звукопоглощение, улучшенные архитектурно-планировочные решения, средства индивидуальной защиты.

На особо шумных производственных предприятиях используют индивидуальные шумозащитные приспособления антифоны, противозумные наушники и ушные вкладыши

типа «беруши». Эти средства должны быть гигиеничными и удобными в эксплуатации. [3]

Если применение коллективных средств защиты не позволяет обеспечить требования нормативов, применяются средства индивидуальной защиты, к которым относятся вкладыши, наушники, шлемы.

Вкладыши – самое дешевое средство, но недостаточно эффективное (снижение шума 5-20 дБ). Они вставляются в наружный слуховой проход и представляют собой различного рода заглушки из волокнистых материалов, воскообразных мастик, или пластинчатых слепков, изготовленных по конфигурации слухового прохода.

Наушники представляют собой чашки из пластмассы или металла, заполненные звукопоглотителем. Для плотности прилегания чашки наушников снабжены специальными уплотняющими кольцами, заполненными воздухом или специальными жидкостями. Степень глушения звуков наушниками на высоких частотах составляет 20-38 дБ.

Шлемы используются для защиты от очень сильных шумов (более 120 дБ). Так как звуковые колебания воспринимаются не только ухом, но и через кости черепа. [4]

В России разработана система оздоровительно-профилактических мероприятий по борьбе с шумом на производствах, среди которых важное место занимают санитарные нормы и правила. Выполнение установленных норм и правил контролируют органы санитарной службы и общественного контроля.

Микроклимат производственных помещений – это комплекс физических факторов, оказывающих влияние на теплообмен человека и определяющих самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда. Поддержание микроклимата рабочего места в пределах гигиенических норм – важнейшая задача охраны труда.

Нейтральный микроклимат – это такое сочетание его составляющих, которое при воздействии на человека в течение рабочей смены обеспечивает тепловой баланс организма, разность между величиной теплопродукции и суммарной теплоотдачей находится в пределах  $\pm 2$  Вт, доля теплоотдачи испарением влаги не превышает 30%.

Охлаждающий микроклимат – это сочетание параметров, при котором имеет место превышение суммарной теплоотдачи в окружающую среду над величиной теплопродукции организма, приводящее к образованию общего и/или локального дефицита тепла в теле человека ( $> 2$  Вт). Охлаждающий микроклимат приводит к обострению язвенной болезни, радикулита, обуславливает возникновение заболеваний органов дыхания, сердечно-сосудистой системы. Охлаждение человека (как общее, так и локальное) приводит к изменению его двигательной реакции, нарушает координацию и способность выполнять точные операции, вызывает тормозные процессы в коре головного мозга, что может быть причиной возникновения различных форм травматизма. При локальном охлаждении кистей снижается точность выполнения рабочих операций.

Степень вредности и опасности условий труда при действии виброакустических факторов устанавливается с учетом их временных характеристик (постоянный, непостоянный шум).

Постоянный шум – шум, уровень звука которого в течение смены изменяется во времени не более чем на 5 дБА. Оценка условий труда при воздействии на работающего постоянного шума проводится по результатам измерения уровня звука, в дБА, по шкале «А» шумомера на временной характеристике «медленно».

Непостоянный шум – шум, уровень звука которого в течение рабочего дня (смены) изменяется во времени более чем на 5 дБА.

Оценка условий труда при воздействии на работающего непостоянного шума производится по результатам измерения эквивалентного уровня звука интегрирующим шумомером, или расчетным способом. В случае его отсутствия эквивалентный уровень звука можно рассчитать.

При воздействии в течение смены на работающего шумов с разными временными (постоянный, непостоянный – колеблющийся, прерывистый, импульсный) и спектральными (тональный) характеристиками в различных сочетаниях измеряют или

рассчитывают эквивалентный уровень звука. Для получения в этом случае сопоставимых данных измеренные или рассчитанные эквивалентные уровни звука импульсного и тонального шумов следует увеличить на 5 дБА, после чего полученный результат можно сравнивать с предельно допустимый уровень (ПДУ) без внесения в него понижающей поправки (установленной СН 2.2.4/218.562-96).

Метод расчета эквивалентного уровня звука основан на использовании поправок на время действия каждого уровня звука. Он применим в тех случаях, когда имеются данные об уровнях и продолжительности воздействия шума на рабочем месте, в рабочей зоне или различных помещениях. [5]

На постоянных рабочих местах, в соответствии с ГОСТ 12.1.003-83, в помещениях цита управления и служебно-бытовых помещениях предусматривается работа оборудования цеха, сопровождающаяся шумом, вибрацией, которые мешают работе человека, снижают работоспособность и производительность труда. Защитные мероприятия предусматриваются в том случае, если фактические уровни звукового давления превышают допустимые значения.

Предельно допустимые уровни звукового давления для данных видов трудовой деятельности представлены в таблице 1, расположение источников шума показано на рис. 1.

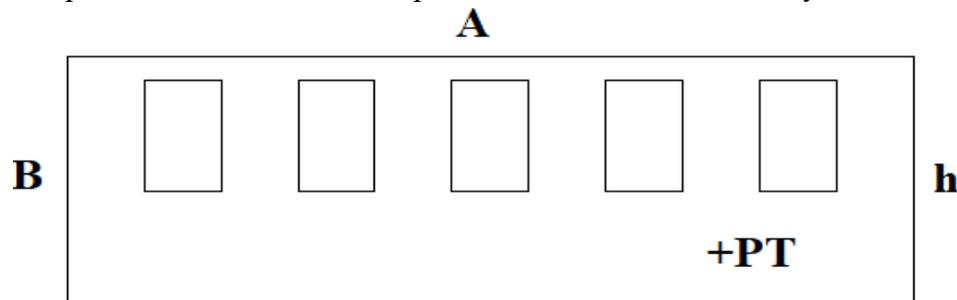


Рис. 1. Расположение источников шума в турбинном цехе

Таблица 1

Уровни шума в турбинном цехе отм. 0,0 ремонтной площадки

Октавная полоса	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ПДУ	107	95	87	82	78	75	73	71	59
Уровни шума в цехе	82	92	87	90	88	88	88	86	83

Длина цеха составляет  $A = 300$  м, ширина  $B = 40$  м, высота  $h = 20$  м. Октавный уровень звукового давления в расчетной точке определяется по формуле:

$$L = 10 \lg \left( \sum_{i=1}^m \frac{A_i \chi_i \Phi_i}{S_i} + \frac{4V}{B} \sum_{i=1}^n A_i \right), \quad (1)$$

где  $A_i = 10^{0,1L_{pi}}$ ,  $L_{pi}$  – октавный уровень звуковой мощности дБ, создаваемый  $i$ -м источником шума;

$\chi_i = 1$  – коэффициент, учитывающий влияние ближнего акустического поля  $i$ -го источника шума;

$\Phi_i = 1$  – безразмерный фактор направленности источника шума;

$S_i = \Omega r_i^2$  – площадь воображаемой поверхности правильной геометрической формы, окружающей  $i$ -й источник и проходящей через расчетную точку (РТ);

$S_1 = 4 \cdot 3,14 \cdot 40^2 = 20096 \text{ м}^2$ ,  $S_2 = 4 \cdot 3,14 \cdot 25^2 = 7850 \text{ м}^2$ ;

$\Omega$  – пространственный угол излучения звука (на колонне в помещении  $\Omega = 4\pi$ );

$r_1 = 40$  м,  $r_2 = 25$  м – расстояния от расчетной точки до акустического центра ближайшего к ней источника шума;

$V = V_{1000\mu}$  – постоянная помещения,  $\text{м}^2$ ;

$V_{1000} = V/20 = (20 \cdot 40 \cdot 300)/20 = 12000$  – постоянная помещения на

среднегеометрической частоте 1000 Гц, м<sup>2</sup>;

V – объем цеха;

μ – частотный множитель, табл. 5.2;

ψ – коэффициент, учитывающий нарушение диффузионности звукового поля в помещении.

Таблица 2

Объем помещения V, м <sup>3</sup>	Частотный множитель частотный множитель μ из среднегеометрических частот октавных полос в Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
V > 1000	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6

$$S_i = 20096 + 7850 = 27946 \text{ м}^2$$

$$L_{63} = 10 \lg \left( \sum_{i=1}^m \frac{A_i \chi_i \Phi_i}{S_i} + \frac{4\psi}{B} \sum_{i=1}^n A_i \right) = 10 \cdot \lg \left( \frac{10^{9,2}}{27964} + \frac{4 \cdot 0,84}{6000} 10^{9,2} \cdot 5 \right) = 66,53 \text{ дБ};$$

$$L_{125} = 10 \cdot \lg \left( \frac{10^{8,7}}{27964} + \frac{4 \cdot 0,84}{6000} 10^{8,7} \cdot 5 \right) = 61,53 \text{ дБ};$$

$$L_{250} = 10 \cdot \lg \left( \frac{10^9}{27964} + \frac{4 \cdot 0,83}{6600} 10^9 \cdot 5 \right) = 64,1 \text{ дБ};$$

$$L_{500} = 10 \cdot \lg \left( \frac{10^{8,8}}{27964} + \frac{4 \cdot 0,8}{8400} 10^{8,8} \cdot 5 \right) = 61,83 \text{ дБ};$$

$$L_{1000} = 10 \cdot \lg \left( \frac{10^{8,8}}{27964} + \frac{4 \cdot 0,725}{12000} 10^{8,8} \cdot 5 \right) = 60,3 \text{ дБ};$$

$$L_{2000} = 10 \cdot \lg \left( \frac{10^{8,8}}{27964} + \frac{4 \cdot 0,628}{19200} 10^{8,8} \cdot 5 \right) = 56,4 \text{ дБ};$$

$$L_{4000} = 10 \cdot \lg \left( \frac{10^{8,6}}{27964} + \frac{4 \cdot 0,475}{36000} 10^{8,6} \cdot 5 \right) = 50,8 \text{ дБ};$$

$$L_{8000} = 10 \cdot \lg \left( \frac{10^{8,3}}{27964} + \frac{4 \cdot 0,33}{72000} 10^{8,3} \cdot 5 \right) = 44,1 \text{ дБ}.$$

Результаты расчетов сведены в таблицу 3.

Таблица 3

Сводная таблица расчетов уровня звукового давления.

№ октавной полосы	2	3	4	5	6	7	8	9
Октавная полоса	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
ПДУ	95	87	82	78	75	73	71	59
Уровень шума в цехе, дБ	92	87	90	88	88	88	86	83
V = V <sub>1000</sub> μ	6000	6000	6600	8400	12000	19200	36000	72000
V <sub>1000</sub> = V/20	12000							
μ	0,5	0,5	0,55	0,7	1	1,6	3	6
ψ	0,84	0,84	0,83	0,8	0,725	0,628	0,475	0,33
Уровни звукового давления в расчетной точке L <sub>p</sub> , дБ	66,53	61,53	64,1	61,83	60,3	56,4	50,8	44,1

В результате расчета сделаем вывод уровень звукового давления в расчетной точке турбинном цехе ТЭЦ-6 не превышают предельно допустимые нормы, поэтому средства защиты от шума применять нет необходимости.

Выбор мероприятий по ограничению неблагоприятного действия шума на человека производится исходя из конкретных условий: величины превышения ПДУ, характера спектра, источника шума. Средства защиты работников от шума подразделяются на средства коллективной и индивидуальной защиты.

К средствам коллективной защиты относятся:

- уменьшение шума в источнике;
- изменение направленности излучения шума;
- рациональная планировка предприятий и цехов.

Акустическая обработка помещений:

- звукопоглощающие облицовки;
- штучные поглотители.

### Литература

1. Тимофеева С.С., Шешуков Ю.В. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие. Издание 2-е, перераб. и доп. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2017. – 353 с.
2. Снижение шума от энергетического оборудования: Учебное пособие для вузов/В.Б. Тупов. – М.: Издательство МЭИ, 2015 – 232 с.
3. Безопасность жизнедеятельности: Учебник / Под ред. проф. Э.А. Арустамова. – 10-е изд. перераб. и доп. – М.: Издательско-торговая корпорация Дашков и К, 2006. – 476 с.
4. Производственная санитария и гигиена труда: Учеб. пособие для вузов/Е.В. Глебова. – 2-е изд., перераб. и доп.-М.: Высш. шк., 2017. – 382 с.
5. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 (с Изменением N 1). – 95 с.

УДК 67.08

## Анализ работы систем золоулавливания и золоудаления

А.П. Бобровский, К.Г. Юрин

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** система золошлакоудаления, багерные насосы, расход воды, режимная карта, шандоры, металлоуловители.

*В статье описывается система золошлакоудаления, а именно технические характеристики багерных насосов и процесс удаления золы и шлака с помощью налаженной системы водоснабжения, в которой применена схема водоснабжения гидрозолоудаления – обратная (при использовании осветленной воды). Рассмотрена резервная схема откачки воды из приемков дренажными насосами в случае отключения или выхода из строя водоструйных насосов. Рассматривается оборудование, насосы и контрольно-измерительные приборы используемые на предприятии ТЭЦ-6, а также рабочее давление, производительность насосов, напор воды подаваемый на ЗШУ (золошлакоудаление) и потребляемая мощность на каждый багерный насос, представленный в работе.*

Система золошлакоудаления (ЗШУ) предназначена для сбора и транспортировки шлака и золы на золоотвал. На ТЭЦ-6 ЗШУ – замкнутая (обратная), то есть с многократным использованием осветленной воды с золошлакоотвала в схеме смывной воды [1].

Структурная схема системы золошлакоудаления ТЭЦ-6 с возможностью отгрузки золошлаковой смеси представлена на рисунке 1.

На ТЭЦ-6 принято совместное гидрозолоудаление золы и шлака багерными насосами на золоотвал. В цехе расположены две багерные насосные. В багерной насосной № 1 установлено 4 багерных насоса, а в багерной насосной № 2 – 3 багерных насоса.



Рис. 1. Структурная схема системы ЗШУ на ТЭС-6

Удаление золы и шлака багерной насосной № 1 производится от котлов ст. 1-7(А). Транспортирование пульпы на золоотвал осуществляется багерными насосами (БН) № 1, 2, 3, 4 по четырём пульпопроводам диаметром 426x10мм, два из которых являются резервными. Багерные насосы № 1 и 2, так же как и № 3, 4 имеют общую смешительную камеру.

Удаление золы и шлака багерной насосной № 2 производится от котлов ст. 7(Б)-10. Транспортирование пульпы на золоотвал осуществляется багерными насосами № 5, 6, 7 по двум пульпопроводам диаметром 426x10мм (один пульпопровод – резервный). Багерные насосы № 5, 6, 7 собраны в общую смешительную камеру.

Схема водоснабжения системы гидрозолоудаления – обратная. Осветленная вода с золоотвала подается четырьмя насосами осветлённой воды по двум трубопроводам диаметром 700мм, расположенным на трассе рядом с пульпопроводами.

Количество одновременно работающих пульпопроводов и трубопроводов осветленной воды определяются [2] режимом работы системы ГЗУ (смотреть режимную карту системы ГЗУ – таблицы 1-4), в зависимости от количества работающих котлов и их паровой нагрузки.

Расход воды на нужды ГЗУ принимается на основании проектных данных. При отсутствии таких данных или при необходимости корректировки расходов воды, в силу изменившихся условий работы системы ГЗУ, расходы воды определяются путем испытаний оборудования или принимаются по рекомендациям проектных, научно-исследовательских и наладочных организаций. По расходам воды должна быть составлена режимная карта.

Шлакоудаление со всех котлов станции – жидкое. Каждый котел оборудован двумя механизированными шлакоудаляющими установками непрерывного действия, состоящими из шлаковой ванны, заполненной водой, шнекового транспортера и дробильной камеры. Для охлаждения шлака в ванну, в зависимости от выхода шлака непрерывно подается заданный расход воды.

Зола с золоулавливающих установок вместе с водой сбрасывается в каналы и далее транспортируется смывной водой в пульпоприемные бункеры багерных насосных [3].

Таблица 1

Рабочее давление в системе ГЗ

	Давление на шлаковые каналы $P_{ш}$ , МПа	Давление на зольные каналы $P_z$ , МПа	Давление до мех. фильтров $P_{МФ}$ , МПа	Давление на всасах насосов $P_{ВС}$ , МПа
Осветленная вода	0,8-1,0	0,6-0,8	0,1-0,25	0,05-0,15
Техническая вода			_____	0,02-0,1

Таблица 2

Техническая характеристика багерных насосов

Наименование	ТИП	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Напор, м вод. ст.	Потребляемая мощность, кВт	Частота вращения, мин. <sup>-1</sup>	Плотность перекачив. среды, кг/м <sup>3</sup>
БН № 1, 3	12ГрТ-8Т	1380	58	500	730	1200
БН № 2, 4	ГрТ1600-50	1600	50	500	750	1200
БН №5,6,7	ГрТ 800-71	800	71	400	965	1200

Таблица 3

Техническая характеристика смывных насосов и насосов уплотнений

Наименование	ТИП	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Напор, м вод. ст.	Потребл. мощность, кВт	Частота вращения, мин. <sup>-1</sup>
СМН № 2, 3, 4, 5, 6	3В-200х2	500	92,5	200	1480
НУ № 1, 2	ЦН-400х210	400	210	200	1500

Таблица 4

Техническая характеристика дренажных насосов

Наименование	Тип	Производительность, м <sup>3</sup> /ч	Напор, м вод. ст.	Потребляемая мощность, кВт	Частота вращения, мин. <sup>-1</sup>
ДНБ – 1	УОДН-250-150-125	180	20	18,5	1450
ДНБ –2, 3, 4	5Ф-12	210	24	40	1450

Шлаковые каналы выполнены с уклоном 1,5°, золовые – с уклоном 1 в сторону багерной насосной. Стены каналов ГЗУ – из железобетона [4]. Дно канала облицовано балъзатовой плиткой или металлическими лотками длиной до 2м.

Транспортировка золы и шлака по каналам производится смывной водой, подаваемой через сопла, расположенные вдоль канала на высоте 200мм от дна канала с уклоном 6-10°. Оптимальный диаметр сопел для смыва золы и шлака составляет 10мм.

В багерной насосной № 1 пульпоприемный бункер металлический, сварной, в багерной насосной № 2 – железобетонный, монолитный. В нижней части бункеров присоединены всасывающие патрубки багерных насосов.

На всасе багерных насосов в пульпоприемном бункере установлены отключающие устройства (шандоры) пробкового типа с электродвигателем. Шток шандоры ходит по направляющей, которая обеспечивает центровку шандоры и препятствует изгибанию штока при закрытии и в открытом положении от тока пульпы, поступающей из канала гидрозолоудаления в пульпоприемный бункер. Шандора поднимается в верх и открывает отверстие (гильзу) на всасе багерного насоса.

Для улавливания посторонних предметов перед багерными насосами установлены металлоуловители.

Для сбора воды (охлаждающая вода багерных насосов, протечек воды из сальниковых уплотнений, опорожнения багерных насосов при выводе в ремонт, опорожнения пульпопроводов при выводе в ремонт или резерв) в машинном зале насосных выполнены дренажные прямки.

Откачка воды из дренажного прямка в пульпоприемный бункер при нормальном режиме постоянно работают водоструйные насосы.

В случае отключения или выхода из строя водоструйных насосов (забито сопло, не хватает давления или отключена вода на побудительное сопло) предусмотрена резервная схема откачки воды из прямых дренажными насосами.

Система гидрозолоудаления ТЭЦ-6 оборудована следующими контрольно-измерительными приборами [5]:

- амперметрами электродвигателей багерных насосов;
- манометрами, установленными в начале пульпопроводов;
- манометрами, установленными на всасе и выдаче насосов, осветленной воды;
- манометрами, установленными перед и после фильтров осветленной воды;
- температурным контролем подшипников багерных насосов;
- манометрами, установленными перед побудительными соплами водоструйных насосов.

В статье рассмотрены оптимальные параметры системы откачки воды из дренажных прямых, а также схема работы золошлакоудаления при заданном расходе воды.

### Литература

1. РД 34.27.504-91. Типовая инструкция по эксплуатации электрофильтров/ С.Г. Доманский, С. М. Гринюк. – М.: «ОРГРЭС», 1991. — 54 с.
2. Производственная инструкция по эксплуатации золоуловителей. – Братск: филиал ОАО «Иркутскэнерго» ТЭЦ-6, 2007. — 65 с.
3. Картавская В. М., Картавский В. В., Коваль Т. В. Основы промышленной экологии. Расчет золоулавливающих установок: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2006. — 132 с.
4. Сорокина Л. А., Федчишин В. В., Кудряшов А. Н. Котельные установки и парогенераторы: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2002. – 148 с.
5. Производственная инструкция по эксплуатации золошлакоотвала. – Братск: филиал ОАО «Иркутскэнерго» ТЭЦ-6, 2009. – 31 с.

УДК 697.8

## Модернизация системы автоматического регулирования температуры теплового узла в многоквартирном доме

О.К. Крумин, В.А. Никиткова

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** модернизация, экономия теплоты, автоматизированный тепловой пункт, гидроэлеватор, САРТ.

*Все с большей уверенностью применяют автоматическое оборудование, которое призвано обеспечить тепловой комфорт в помещениях при минимальных эксплуатационных затратах. Распределение и регулирование тепловой энергии как внутри, так и снаружи зданий в соответствии с потребностью являются одними из основополагающих подходов энергосбережения. Одним из основных параметров работы теплосети, который должна обеспечивать энергоснабжающая организация, является температура прямой сетевой воды. Энергоемкость позволяет определить насколько эффективно используются энергетические ресурсы. Значительная экономия теплоты в зданиях достигается путем установки на тепловых пунктах систем автоматизации и модернизированных регулирующих гидроэлеваторов. В статье приведено описание и преимущества работы таких систем. Представлены сравнительные результаты по экономии теплоты.*

В последние годы на макроэкономическом уровне остро встал вопрос о внедрении энергоэффективных мер с целью экономии ограниченных ресурсов, так как экономика России характеризуется высокой энергоемкостью. В связи с этим задача повышения энергоэффективности предприятий в настоящий момент вызывает интерес не только со стороны государства, но и со стороны предпринимателей, заинтересованных в повышении эффективности своего предприятия.

Согласно данным Федеральной службы государственной статистики за последние пять лет объем производства электроэнергии и тепловой энергии имеет тренд снижения, основными причинами которого послужили высокий уровень налогообложения, недостаток финансовых средств, неопределенность экономической ситуации, а также изношенность основных фондов [1].

Анализ развития энергетической системы России показывает углубление негативных тенденций: повышение уровня износа энергооборудования, рост потерь тепла в системах распределения, отсутствие экономических стимулов снижения издержек, загрязнение окружающей среды, низкую обеспеченность финансовыми ресурсами для замещения основных фондов электроэнергетики и внедрения энергосберегающих технологий, конечным результатом чего является нарушение энергетической безопасности страны.

Стоит отметить, что формирование энергосистемы России началось в 30-е гг. XX века с постройкой электростанций и вводом новых мощностей, часть из которых до сих пор используется на некоторых энергетических предприятиях. По данным Федеральной службы государственной статистики России, износ основных производственных фондов всех предприятий России, занимающихся производством и распределением электрической энергии, газа и воды, за 2016 год составил 46,1%.

Строительство новых генерирующих станций носит капиталоемкий и трудоемкий характер. Так, стоимость нового строительства составляет около 1300\$/кВт\*ч, при этом реконструкция обходится дешевле примерно на 30% за счет уже имеющейся инфраструктуры [2]. Таким образом, целесообразно против строительства новых электростанций использовать вариант обновления - т.е. реконструкции и модернизации, предполагающих сравнение проектов обновления по основным показателям эффективности и источникам финансирования. Если по результатам сравнения показатели эффективности предлагаемых инвестиционных проектов выше или соответствуют нормативам, то при наличии источников финансирования представляется целесообразным выбор и реализация самого эффективного проекта обновления.

Вопрос рассмотрения реконструкции и модернизации в качестве критерия повышения эффективности деятельности энергетического предприятия интересовал многих авторов, среди которых можно выделить И.А. Башмакова, Ю.Е. Николаева, М.Е. Орлова, Ю.М. Хлебалина, Б.В. Яковлева и др.

Проблемой повышения энергоэффективности и энергосбережения в электроэнергетике необходимо начинать заниматься на стадии проектирования оборудования. В проекты установок должны быть заложены эффективные технические решения, обеспечивающие оптимизацию характеристик, позволяющих достичь высоких уровней энергоэффективности и энергосбережения [3].

В городе Братске все тепловые пункты вводимых в эксплуатацию жилых домов оборудуются системами автоматического регулирования теплоснабжения (САРТ). При этом используются современные схемы автоматизации и применяется оборудование различных производителей.

В то же время 80 % зданий до 10 этажей существующего жилого фонда города (около 8 млн. м<sup>2</sup> площади) подключено к системам теплоснабжения по нерегулируемой элеваторной схеме без использования САРТ. Широкое применение на тепловых вводах зданий элеваторов объясняется их простотой и надежностью в эксплуатации. Однако значительным недостатком элеватора является неспособность обеспечить регулирование

тепловой нагрузки в соответствии с реальной потребностью. Это приводит к перерасходу тепловой энергии на отопление зданий в течение отопительного периода и к увеличению коммунальных платежей.

Значительно уменьшить потребление теплоты на отопление существующих жилых зданий возможно путем проведения реконструкции тепловых пунктов с установкой регулирующих гидроэлеваторов и систем САРТ. Применение гидроэлеваторов нового поколения в таких тепловых пунктах обеспечивает возможность регулирования температуры и расхода теплоносителя, поступающего в систему отопления. Это приводит к уменьшению количества сетевой воды в переходный период и, следовательно, к экономии тепловой энергии.

Регулирующие гидроэлеваторы заменяют в одном устройстве подмешивающий насос, обратный клапан, регулирующий вентиль и регулятор давления. Установленные гидроэлеваторы с расчетными сечениями сопла ограничивают максимальный расход первичного теплоносителя, предотвращая возможность перегрева зданий.

Типовая схема теплового пункта с регулирующим гидроэлеватором приведена на рисунке 1.

Импульсы с датчиков температуры теплоносителя 3, наружного 4 и внутреннего 5 воздуха поступают на контроллер 1, который обрабатывает полученную информацию и подает выходной управляющий сигнал исполнительному органу (регулирующей игле) гидроэлеватора 2 на открытие или закрытие. Посредством реализации управляющих воздействий, изменяющих выходное сечение рабочего сопла, происходит качественно-количественное регулирование параметров теплоносителя и его экономное расходование за счет подмешивания требуемого объема обратного теплоносителя и создания необходимой циркуляции воды в системе отопления.

Датчики температуры внутреннего воздуха, как правило, устанавливаются в общественных зданиях с переменным тепловым режимом (например, детские сады, школы, административные здания и т.п.). Эти датчики используются для включения режимов ограничения теплотребления (ночной, выходные и праздничные дни и т.п.), которые встроены в контроллер.

Ряд жилых домов микрорайонов города Братска был оборудован САРТ, реализованными на базе многоконтурных контроллеров и регулирующих гидроэлеваторов. Анализ потребления теплоты в этих домах показал, что экономия тепловой энергии составляет в среднем 40 % по сравнению с нормативным теплотреблением.

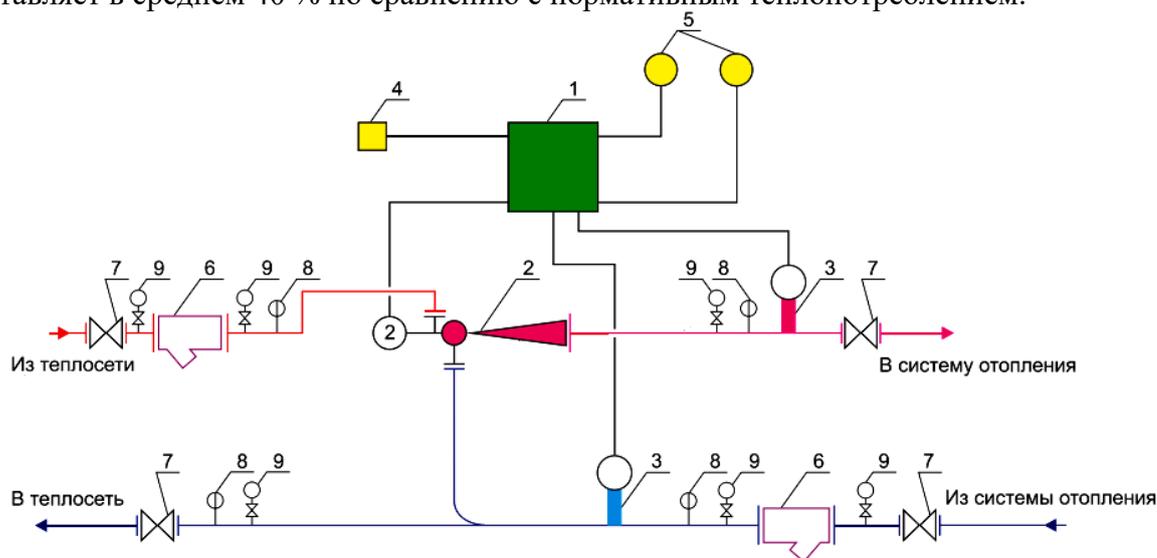


Рис. 1. Схема теплового пункта с регулирующим гидроэлеватором:  
1 – регулятор температуры; 2 – регулируемый гидроэлеватор; 3 – датчик температуры теплоносителя; 4 – датчик температуры наружного воздуха; 5 – датчик температуры внутреннего воздуха; 6 – фильтр; 7 – задвижка; 8 – термометр; 9 – манометр

Для повышения эффективности работы автоматизированных систем с регулирующими гидроэлеваторами было предложено использовать количественное регулирование с применением принципа «регулирование пропусками». Регулирование происходит по алгоритму: «НАТОП» системы при максимальном КПД и последующий «ОСТАНОВ». В период режима «ОСТАНОВ» регулирующая игла максимально перекрывает выходное отверстие. Опытным путем определили наименьшую величину поступления подающего теплоносителя в гидроэлеватор. Для обеспечения минимальной циркуляции теплоносителя в системе отопления эта величина должна находиться в пределах 3-4 % от номинальной пропускной способности гидроэлеватора. Минимальная циркуляция позволяет избежать размораживания системы, срыва рабочей струи, а также поддерживает правильную работу датчиков температуры подающего и обратного теплоносителя. Требуемая величина минимального протока через гидроэлеватор была получена путем переналадки настройки ограничения хода исполнительного механизма.

В зданиях с усовершенствованными регулирующими гидроэлеваторами и САРТ экономия теплопотребления увеличивается. Так, в административном девятиэтажном здании города Братска установка САРТ в августе 2016 года, реализованной на базе многоконтурного контроллера и регулирующего гидроэлеватора, позволила получить экономию тепловой энергии 26 %. До этого времени в здании функционировал элеваторный узел устаревшей типовой конструкции, система автоматизации отсутствовала. После проведения модернизации гидроэлеватора в августе 2017 года расход теплоты на отопление здания сократился еще на 9 %.

Предварительные расчеты показали, что замена устаревших нерегулируемых элеваторов в тепловых пунктах существующего жилого фонда в городе Братска на автоматизированные системы с модернизированными регулирующими гидроэлеваторами позволит экономить ежегодно до 0,82 млн. Гкал теплоты.

Таким образом, проведение модернизации за счет внедрения современного энергоэффективного оборудования позволит не только улучшить такие базовые показатели станции, как надежность и улучшение экологических факторов, но также снизить удельный расход топлива на единицу вырабатываемой энергии и получить преференции и льготы, позволяющие снизить себестоимость выпускаемой продукции (электрической энергии и тепла).

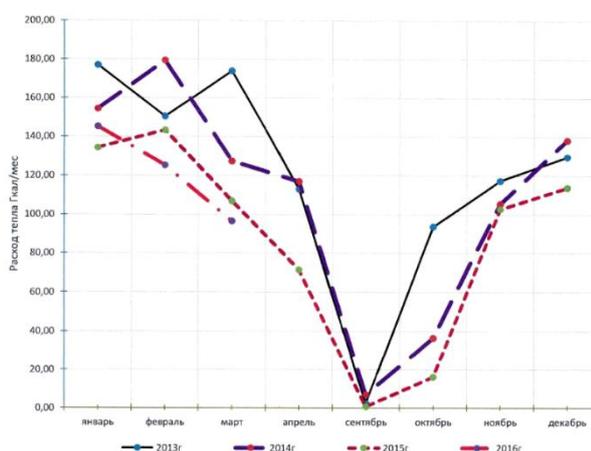


Рис. 2. Теплопотребление административного здания г. Братска по годам

### Литература

1. Заикина Е.А., Зубкова А.Г. Факторы повышения эффективности развития теплоэнергетики на региональном уровне. Экономика и предпринимательство. № 12 (ч. 1), 2013.
2. Трифонов Ю.В. Воспроизводство основного капитала электроэнергетики // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского, 2008. № 1.
3. Разработка программы модернизации электроэнергетики России на период до 2020 года. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://smartmetering.ru/common/upload/Minenergo\\_proekt.pdf/](http://smartmetering.ru/common/upload/Minenergo_proekt.pdf/)

## ***Электроэнергетика и электротехника***

УДК 620.9

### **Повышение качества электроэнергии в электросетях с дуговыми сталеплавильными печами**

А.Н. Донской

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** качество электроэнергии, сетевые устройства компенсации, воздействие на сеть электроснабжения.

*Дуговая сталеплавильная печь оказывает серьезное влияние на качество электроэнергии в сети электроснабжения. Произведенные измерения показателей качества электроэнергии свидетельствуют о превышении норм ГОСТ 13109-97.*

*В данной статье рассмотрена технология работы дуговых сталеплавильных печей, которая делится на этапы подготовки, расплавления, окисления и восстановления.*

*При этом процесс расплавления оказывает наибольшее влияние на качество электроэнергии, поэтому требуется включение в цепь так называемых устройств компенсации, подразделяющихся на пассивные (на реактивных элементах), активные (на полупроводниковых ключах), смешанные.*

*Так же в данной статье приведены схемы устройств компенсации, таких как: фильтрокомпенсирующие цепи (ФКЦ), тиристор-реакторная группа (ТРГ), сетевой фильтр на базе выпрямителя (ВСФ), фильтр с высокочастотной коммутацией, статические тиристорные компенсаторы (СТК). Выбор устройств компенсации зависит от характеристик дуговой сталеплавильной цепи.*

**Введение.** Дуговая сталеплавильная печь имеет широкое распространение в тяжелой промышленности, однако ее работа оказывает значительное влияние на сеть электроснабжения, вызывая превышение норм ГОСТ 13109-97. Таким образом требуется применение мер для уменьшения влияния на качество электроэнергии.

**Влияние ДСП на питающую сеть.** Технология работы дуговых сталеплавильных печей делится на несколько этапов: подготовка, расплавление, окисление и восстановление. Более всего печь потребляет мощность на этапе расплавления, при этом данный режим характеризуется:

- Обрываниями дуги эксплуатационными короткими замыканиями;
- Колебаниями реактивной и активной мощностей;
- Колебаниями напряжений.

Перечисленное выше сильно воздействует на питающую сеть, для уменьшения основного влияния требуется включение сетевых устройств компенсации.

**Схемы включения устройств компенсации.** Сетевые компенсаторы делятся на:

- Пассивные (на реактивных элементах);
- Активные (на полупроводниковых ключах);
- Смешанные. [4]

Приведем схемы исполнения компенсаторов.

Фильтрокомпенсирующие цепи (ФКЦ) – фильтр пассивного типа, состоящий из резонансных контуров (рис.1, ФКЦ). Предназначен для подавления высших гармонических

составляющих сетевого тока, компенсатор реактивной мощности по основной гармонике. [4]

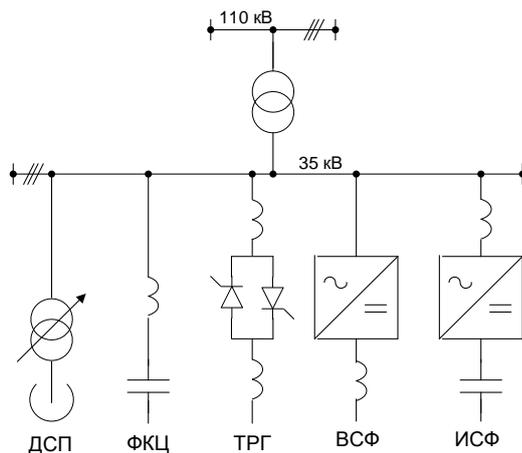


Рис.1 Однолинейная схема подключения фильтров к шинам напряжения ДСП

Тиристорно-реакторная группа (ТРГ) – фильтр активного типа, состоящий из реакторов и тиристорных ключей (рис.2). Позволяет компенсировать реактивные составляющие основной гармоники тока, уменьшает фликер. [4]

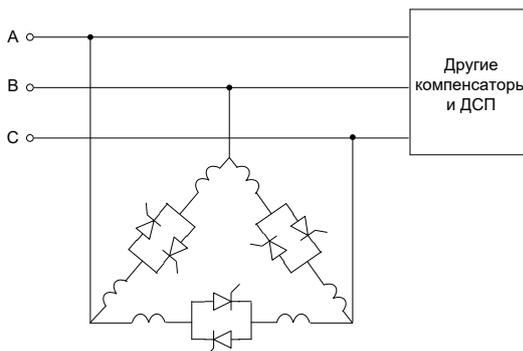


Рис.2 Тиристорно-реакторная группа (ТРГ)

Сетевой фильтр на базе выпрямителя (ВСФ) – фильтр активного типа, выполнен на базе выпрямителя на тиристорах (рис.3). Позволяет сгладить потребление активной мощности по фазам. [4]

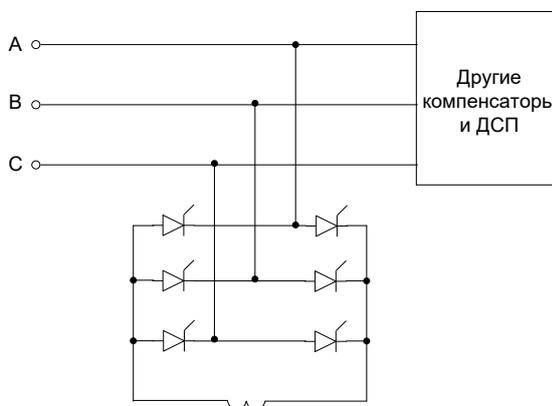


Рис.3 Сетевой фильтр на базе выпрямителя (ВСФ)

Фильтр с высокочастотной коммутацией – активные фильтры, работающие с высокой частотой коммутации (рис.4). Дополняет ток ДСП до синусоидального, синфазного с напряжением сети. [4]

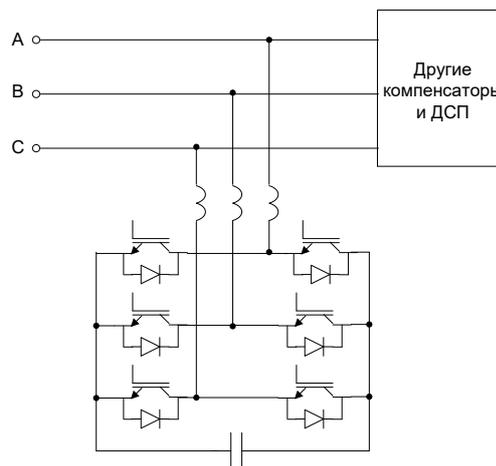


Рис.4 Фильтр с высокочастотной коммутацией

Также широкое распространение имеют статические тиристорные компенсаторы (СТК) [4], состоящие из ФКЦ и ТРГ, сочетают их полезные качества.

**Выводы.** Работа дуговых сталеплавильных печей имеет характерные особенности и сильно воздействует на сеть электроснабжения, превышая нормы ГОСТ 13109-97, поэтому в схему включаются компенсаторы, позволяющие уменьшить влияние ДСП:

- ФКЦ компенсирует высшие гармоники и реактивную мощность;
- ТРГ – реактивные составляющие тока, фликер;
- ВСФ – потребление мощности;
- Сочетание вышеприведенных компенсаторов.

Компенсаторы выбираются в зависимости от характеристик ДСП.

#### Литература

1. Технология работы дуговых сталеплавильных печей [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://metallurgy.zp.ua/> - (дата обращения: 28.06.2018).
2. Салтыков В. М., Салтыкова О. А. Колебания напряжения в сетях параллельных дуговых сталеплавильных печей – Электричество. 1981, №2, – с 53-56.
3. Гаврилов Ф. А., Цыбуля В. В. Влияние дуговых сталеплавильных печей малых объёмов на работу электрооборудования – Электротехника та електроенергетика Вісник приазовського державного технічного університету № 20, 2010. – С. 241–246.
4. Чаплыгин Е.Е., Ковырзина О.С. Компенсация неактивных составляющих полной мощности дуговых сталеплавильных печей – Электричество. 2009, № 11 – с 30-38.

УДК 620.9

## Влияние дуговых сталеплавильных печей на качество электроэнергии в электросетях

А.Н. Донской

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** влияние на качество электроэнергии, режимы работы сети электроснабжения, особенности эксплуатации дуговых сталеплавильных печей.

*Качество электроэнергии - это совокупность свойств электроэнергии, определяющих её воздействие на электрооборудование, приборы и аппараты. Будучи одним из крупных потребителей электроэнергии дуговые сталеплавильные печи оказывают существенное влияние на ее качество.*

В данной статье рассмотрено устройство дуговых печей, приведена их общая схема. Дуговая сталеплавильная печь вызывает помехи, такие как: колебания тока, резкопеременные колебания мощностей, колебания напряжений, несимметрия напряжений. Для оценки воздействия измерены следующие показатели качества электроэнергии: кратковременная доза фликера, коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения, коэффициенты отдельных гармонических составляющих.

Выполняя анализ полученных значений показателей качества электроэнергии с нормами ГОСТ 13109-97, мы пришли к выводу о необходимости проведения мероприятий по уменьшению влияния печи на электросеть (уменьшение колебаний и несинусоидальности напряжений, компенсация высших гармонических составляющих).

**Введение.** В современном мире доля выплавки стали в дуговых сталеплавильных печах (ДСП) составляет около трети от общемирового объема ее выплавки. Рост выплавки связан с ростом мощности и вместимости печей. Будучи одними из крупных потребителей электрической энергии, ДСП существенно влияют на качество электроэнергии в питающей сети, создают колебания напряжения, вызывают существенные потери электроэнергии, приводят к помехам в сети.

Более всего ДСП оказывает влияние на работу осветительных приборов, рентгеновских установок, электронных вычислительных машин и компьютеров, телевизионных установок и др.

Существенная энергоёмкость плавильного производства приводит к повышенному вниманию как к организации рациональных и надежных режимов работы сети электроснабжения, так и к уменьшению влияния ДСП на электроэнергию.

**Устройство дуговых печей.** Основное назначение дуговых печей – плавка металлов и сплавов. Существуют дуговые печи прямого и косвенного нагрева. В дуговых печах прямого нагрева дуга горит между электродами и расплавленным металлом. В дуговых печах косвенного нагрева – между двумя электродами. Наибольшее распространение получили дуговые печи прямого нагрева, применяемые для плавки черных и тугоплавких металлов. Дуговые печи косвенного нагрева применяются для плавки цветных металлов и иногда чугунов.

Для поддержания дуги подается напряжение от 120 до 600 В и ток 10-15 кА. Меньшие значения напряжений и токов относятся к печам емкостью 12 тонн и мощностью 50000 кВА. [1] (рис.1).

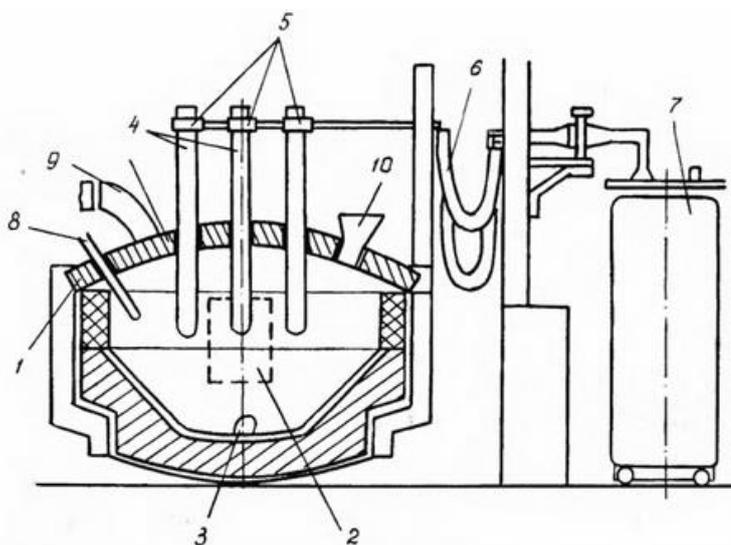


Рис.1. Общая схема ДСП: 1 – свод, 2- рабочее окно, 3 – сталевыпускное отверстие, 4 – электроды, 5 – электрододержатели, 6 – короткая сеть, 7 – трансформатор, 8 – кислородная фурма, 9 – отвод отходящих газов, 10- загрузочная воронка.

Установка дуговой печи включает в свой состав, кроме собственно печи и ее механизмов с электро- или гидроприводом, также комплектующее электрооборудование: печной трансформатор, токопроводы от трансформатора к электродам дуговой печи — так называемую короткую сеть, распределительное устройство (РУ) на стороне высшего напряжения трансформатора с печными выключателями; регулятор мощности; щиты и пульты управления, контроля и сигнализации; программирующее устройство для управления режимом работы печи и др. [1]

**Влияние ДСП на качество электроэнергии.** Дуговая сталеплавильная печь имеет трехфазную систему питания и является источником неактивных составляющих полной мощности. Технология выплавки заключается в следующих этапах: подготовка шихтовых материалов, подготовка печи к плавке, загрузка шихты, плавление, по мере плавления электрод опускается вниз, особенностью является неспокойное горение электрической дуги, окислительных период, восстановительный период. [1]

Работа ДСП вызывает следующие виды помех: колебания тока, резкопеременные колебания активной и реактивной мощностей, колебания напряжений, их несимметрия. [2] Период расплавления, а также многочисленное обрывание дуги эксплуатационными короткими замыканиями сопровождается значительными колебаниями реактивной и активной мощностей ДСП в диапазоне 0,1... 15 Гц. [3,4]

Процесс плавки влечет следующие особенности в эксплуатации ДСП:

1. ДСП имеет неравномерную, резкопеременную нагрузку, что негативно влияет на работу сетевого трансформатора.

2. ДСП потребляет реактивную мощность из-за большого реактивного сопротивления печи, тем самым увеличивает время плавки.

3. ДСП имеет нагрузку с несимметричным распределением токов и мощностей по фазам.

4. Нелинейный режим работы дуги влечет за собой несинусоидальность токов и напряжений.

5. При некоторых условиях – высокочастотные колебания, частота которых лежит в широком диапазоне частот – от сотен герц до десятков килогерц.

Для оценки воздействия ДСП на сеть в [5] произведены измерения следующих показателей качества электроэнергии:

– кратковременная доза фликера;

– коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения;

– коэффициенты отдельных гармонических составляющих при  $n = 1-11$  и 13;

Чтобы проанализировать полученные значения требуется сравнить их с нормами ГОСТ 13109-97. Сопоставив значения, получаем:

1. Допустимое значение кратковременной дозы фликера 1,38 при полученном диапазоне 0...23;

2. Допустимое значение коэффициента искажения синусоидальности 5%, при полученном 7,4%;

3. Превышение допустимых значений коэффициентов отдельных гармонических составляющих;

**Выводы.** Исходя из выявленных особенностей при эксплуатации ДСП, а также полученных значений, превышающих нормы ГОСТ 13109-97, делаем вывод, что для уменьшения основного влияния ДСП на питающую сеть требуется провести ряд мероприятий, которые: уменьшат колебания и несинусоидальность напряжения, скомпенсируют высшие гармонические составляющие.

#### Литература

1. Технология работы дуговых сталеплавильных печей [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://metallurgy.zp.ua/> - (дата обращения: 28.06.2018).

2. Салтыков В. М., Салтыкова О. А. Колебания напряжения в сетях параллельных дуговых сталеплавильных печей – Электричество. 1981, №2, – с 53-56.
3. Д. Аррилага Гармоники в электрических системах – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 215 с.
4. И.В. Жежеленко Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях, 2-е изд., перераб. И доп., – М.: Энергоатомиздат, 1986 – 186 с.
5. Гаврилов Ф. А., Цыбуля В. В. Влияние дуговых сталеплавильных печей малых объёмов на работу электрооборудования – Електротехника та електроенергетика Вісник приазовського державного технічного університету № 20, 2010. – С. 241–246.

УДК 620.4

## **Применение ВОЛС в качестве цепей тока и напряжения подстанции**

Б.Д. Шанжаев

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** трансформаторы тока, оптические линии связи, модернизация подстанции, цифровая подстанция.

*В статье приводится описание недостатков традиционных цепей трансформаторов тока и напряжения. Подробно рассмотрены сложности работы с традиционными ТТ и ТН при использовании медных цепей тока и напряжения. Предлагается наиболее рациональный вариант решения этих проблем. Совмещая аналоговые действующие трансформаторы тока и напряжения с волоконно-оптическими линиями связи, получится модернизировать подстанцию, при этом затратив минимальное количество средств. Такая модернизация в будущем позволит произвести менее трудоемкую замену традиционных ТТ и ТН на оптические ТТ и ТН, так как линии связи с ОПУ уже будут проложены и опробованы в работе.*

**Введение.** Модернизация подстанций до уровня цифровых подстанций, а также создание автоматизированных систем управления, интеллектуальных систем учёта электроэнергии получили большое развитие в последние годы как в мире в целом, так и в России. Однако оптические трансформаторы тока и напряжения, необходимые для цифровой подстанции являются очень дорогостоящим оборудованием и замена действующих аналоговых трансформаторов тока и напряжения экономически не оправдана, а особенно не целесообразна замена относительно новых трансформаторов тока (ТТ) и трансформаторов напряжения (ТН), выпущенных в последнее десятилетие и хорошо справляющихся со своими функциями на подстанциях.

Применение аналогово-цифровых преобразователей непосредственно возле ТТ и ТН позволит избежать замены аналоговых ТТ и ТН и при этом перевести подстанцию на цифровой уровень [1].

**Недостатки медных цепей трансформаторов тока и напряжения.** Контрольные кабели токовых цепей и цепей напряжения, использующие медные жилы в качестве среды для передачи токов (рис. 1) и напряжения устарели и с трудом могут отвечать современным требованиям надежности, электромагнитной совместимости, экономичности [2].

Также к недостаткам таких цепей относятся:

- ограниченная возможность нагрузки токовых цепей в связи с особенностями трансформаторов тока;
- низкая помехоустойчивость к электромагнитным помехам;
- большое количество кабельных связей;
- существует возможность выноса высокого потенциала с места короткого замыкания на щит управления по вторичным цепям;

- существует опасность разрыва токовой цепи, приводящего к повреждению оборудования или поражению персонала;
- не соответствие стандартам цифровой подстанции [3].

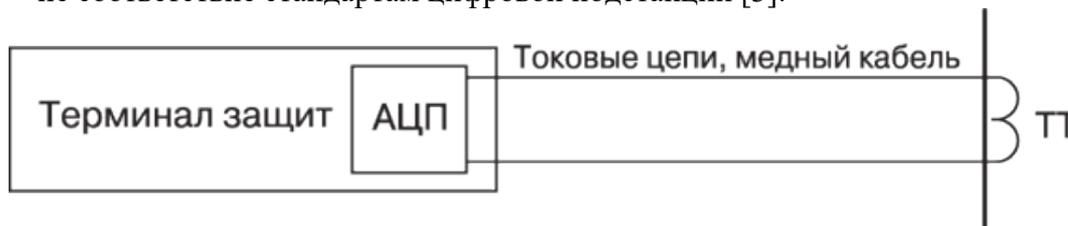


Рис. 1. Традиционные токовые цепи

**Применение ВОЛС.** Замена вторичного медного кабельного хозяйства электроподстанции на волоконно-оптические линии обеспечивает переход от традиционной к цифровой подстанции (ПС) с сохранением традиционной структуры управления ПС и большинства действующих стандартов ФСК и Россетей [4]. Совместить аналоговые трансформаторы тока, напряжения и оптические линии связи можно благодаря преобразователям аналогового сигнала в цифровой с возможностью передачи по оптоволокну (рис.2) [5].

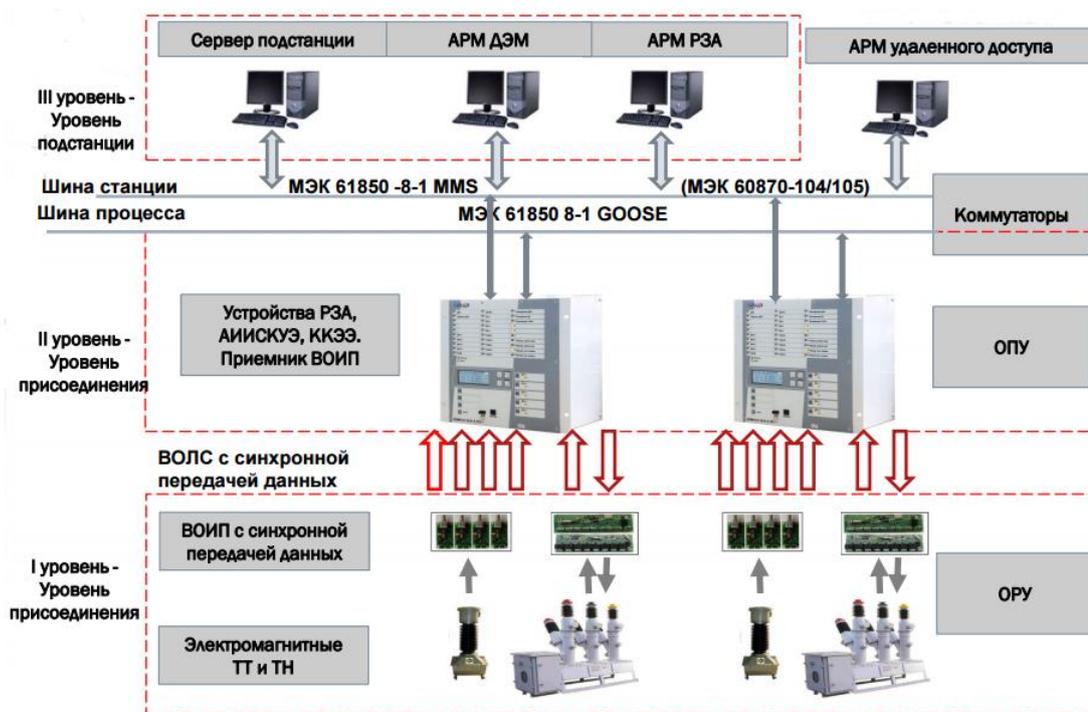


Рис. 2. Структура цифровой подстанции с электромагнитными ТТ и ТН

Такое решение имеет много положительных сторон:

1. Сигнал не искажается, не ухудшается из-за сопротивления проводов.
2. Есть возможность неограниченного размножения сигнала для разных устройств.
3. Нет опасности выноса высокого потенциала с ОРУ.
4. Можно не бояться разрыва токовой цепи, т.к. теперь токовая цепь имеет малый контур и проходит только через АЦП на ОРУ.
5. Подстанция может модернизироваться до цифровой без обязательных затрат на малоизученные дорогие оптические ТТ и ТН.
6. Количество кабельных связей уменьшится в разы.
7. Оптические линии не несут никакой опасности поражения электрическим током.

При появлении возможности установки оптических ТТ и ТН на подстанции, это можно будет сделать легко и быстро, т.к. оптические линии связи уже будут проложены, а приемники сигналов тока и напряжения в ОРУ уже будут переведены на цифровой формат [6].

Рассмотрим подобную модернизацию на примере трансформаторов тока в выключателях 220 кВ подстанции «Лена 220/110/35/6» (рис.3), расположенную в г. Усть-Куте Иркутской области.

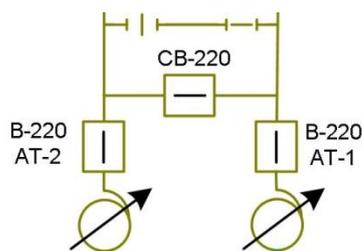


Рис. 3. ОРУ-220 кВ ПС «Лена»

На ОРУ-220 кВ установлены 3 элегазовых выключателя АBB 242PMR 2010-2012 годов выпуска с аналоговыми трансформаторами тока в вводах. У двух выключателей используется по 5 ТТ, у СВ-220 используются все 6 ТТ. Соответственно используются 16 кабелей в среднем по 200 метров каждый. Из этого вытекает ряд проблем:

1. Большой объем кабельного хозяйства;
2. Из-за большой протяженности КЛ помехоустойчивость цепей ТТ низкая, а ложные отключения выключателей ОРУ-220 кВ никак не недопустимы;
3. Из-за большой протяженности КЛ подключаемая нагрузка минимальна и мощностей ТТ не хватает, приходится использовать дополнительные выносные ТТ на ОРУ-220;
4. И ряд других проблем, описанных выше.

Так как выключатели ОРУ-220 кВ и их ТТ эксплуатируются относительно немного и находятся в хорошем состоянии, то их замена экономически нецелесообразна. Замена токовых кабелей на оптические позволит полностью решить серьезные проблемы, описанные выше, и получить современную подстанцию с возможностью перевода в цифровую, затратив минимальное количество средств.

**Заключение.** Традиционные трансформаторы тока и напряжения с передачей сигналов по оптоволокну смогут отвечать современным требованиям цифровой подстанции. Такое решение является перспективным, т.к. будущая замена трансформаторов тока и напряжения на оптические не потребует замены линий связи и вторичного оборудования.

На данный момент установка оптических ТТ и ТН экономически нецелесообразна, но благодаря предлагаемому техническому решению можно позволить традиционным ТТ и ТН поработать в формате цифровой подстанции пока оптические ТТ и ТН дорабатываются и выходят в широкое производство.

Благодаря цифровой подстанции можно реализовать единый источник информации в стандартном формате для всех информационных и управляющих устройств. Это позволит повысить управляемость, надёжность систем автоматики и защиты на современной микропроцессорной базе с использованием новых информационных компьютерных технологий.

### Литература

1. Гавричев В. Д., Дмитриев А. Л. Волоконно-оптические датчики магнитного поля: учебное пособие. - СПб.: СПбНИУ ИТМО, 2013. – 153 с.
2. Farhad Shahnia, Ali Arefi, Gerard Ledwich Electric Distribution Network Planning. Power Systems Springer, 2018. – 87 с.
3. Родионов, В. Г. Энергетика: проблемы настоящего и возможности будущего. – М. : ЭНАС, 2010. – 345 с.
4. Овчаренко Н.И. Автоматика энергосистем. ИД МЭИ, 2016. – 288 с.
5. Рожкова Л.Д., Карнеева Л.К., Чиркова Т.В. Электрооборудование электрических станций и подстанций. - М.: Академия, 2013. – 304 с.

6. M. A. Redfern, S. C. Terry, F. V. P. Robinson, and Z. Q. Bo. A Laboratory Investigation into the use of MV Current Transformers for Transient Based Protection. - International Conference on Power Systems Transients – IPST, 2003. – 82с.

УДК 612.014.424

## Численное моделирование системы измерения напряженности электрического поля

Д.Е. Бахмисов, А.В. Струмеляк

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** численное моделирование, воздействие электромагнитного поля, модель измерительной системы, степень воздействия электрического поля на человека, емкостной ток смещения.

*В статье представлены результаты численного моделирования системы оценки воздействия электрического поля (ЭП) на персонал. Для проведения численного моделирования была создана трёхмерная модель измерительной системы при различной конфигурации фазных проводов. Для апробации результатов аналитического и численного моделирования были проведены измерения величин напряженности неискаженного ЭП и разности потенциалов. По результатам работы планируется разработка аппаратно-программного комплекса, предназначенного для измерения уровней ЭП и определения емкостного тока смещения через тело человека в реальном времени.*

В настоящее время проблема воздействия электромагнитных полей (ЭМП) промышленной частоты на персонал в электрических сетях сохраняет свою актуальность в связи с постоянной реконструкцией и модернизацией объектов электроэнергетики, и установкой на них нового оборудования. При этом на отечественных энергообъектах проблема защиты от электрических и магнитных полей (МП) обычно сводится к эпизодическим измерениям и практически не решается. Этому способствует также практическое отсутствие индивидуальных средств измерения ЭМП.

Целью работы является численное моделирование системы оценки воздействия ЭП на персонал. Данный метод позволит измерить уровень ЭП и зафиксировать емкостной ток смещения через тело человека.

Для реальной измерительной системы, предназначенной для оценки величины емкостного тока смещения предлагается использовать пластинчатые датчики, устанавливаемые между землей и человеком (рис. 1).

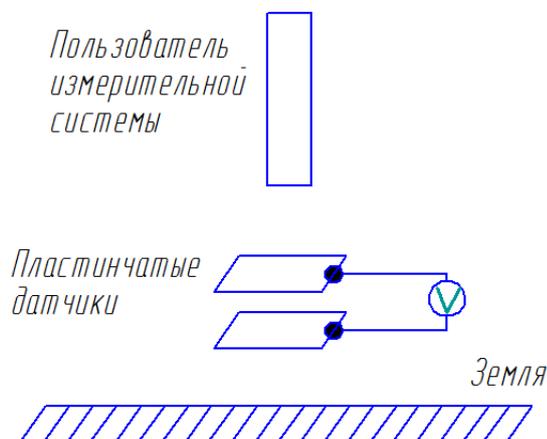


Рис. 1. Схема расположения измерительной системы относительно земли и пользователя.

Очевидно, что часть емкостного тока смещения будет протекать через сформированный пластинами измерительной системы конденсатор, для которого априори известно емкостное сопротивление на промышленной частоте [1].

При этом значение тока смещения в соответствии с законом Ома:

$$I = \frac{U}{X}, \quad (1)$$

где  $U$  – разность потенциалов между пластинами, В;

$X$  – емкостное сопротивление измерительной системы, Ом.

Таким образом, определив величину электрического тока смещения в теле человека и зная предельно допустимые, безопасные для человека, значения тока в организме, учитывая требования стандарта [2], можно определить степень воздействия ЭП на человека.

Следует отметить, что ЭП, в отличие от МП сильно искажается проводящими объектами, в том числе и телом человека, в результате чего оценка воздействия поля по величине напряженности оказывается весьма условной.

Одним из способов повышения точности при оценке воздействия электроустановок высокого напряжения на персонал в электрических сетях может быть разработка метода оценки воздействия ЭП с помощью численного моделирования.

Для проведения численного моделирования была создана трёхмерная модель измерительной системы, располагаемой в ряде точек под действующими линиями электропередачи (рис. 2) 35, 220 и 500 кВ при различной конфигурации фазных проводов. В данной работе человек моделировался в виде проводящего объекта цилиндрической формы. Данная модель была использована для расчёта напряженности неискажённого электрического поля  $E$ , кВ/м на высоте 1,8 м над землёй при отсутствии человека и разности потенциалов  $U_C$ .

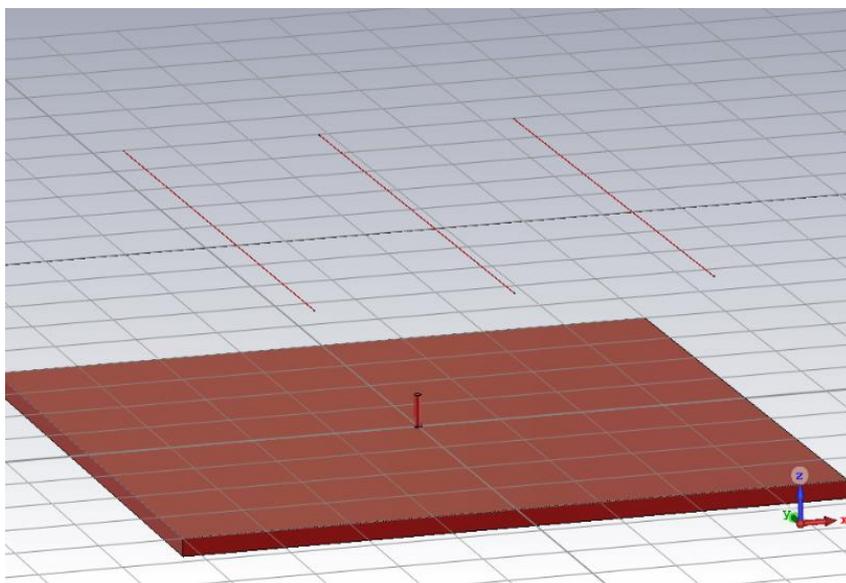


Рис. 2. Схема измерительной системы для численного моделирования.

Все расчёты выполнялись в программе Elcut Student методом конечных элементов. По результатам расчётов определялся коэффициент:

$$K_C = \frac{E}{U_C} \cdot \frac{10^{-3}}{m} \quad (2)$$

где  $E$  – напряжённость электрического поля, кВ/м;

$U_C$  – разность потенциалов, В.

Данный коэффициент может быть в дальнейшем использован для определения напряженности неискаженного ЭП. Результаты численного моделирования (рис. 3).

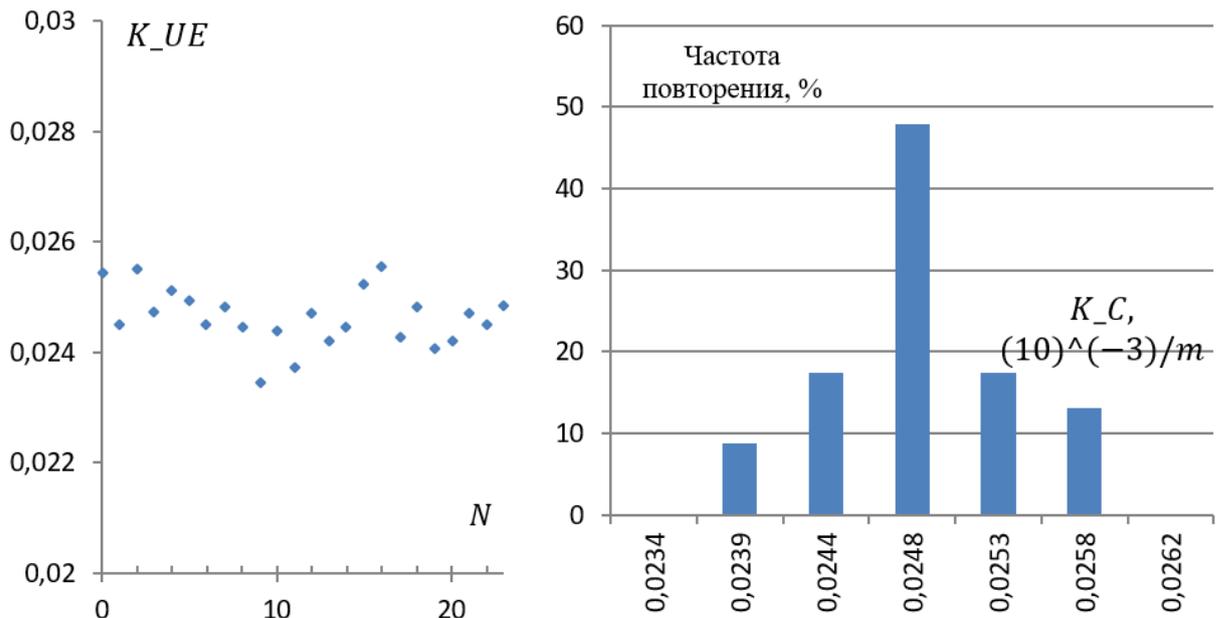


Рис. 3. Результаты численного моделирования  $K_C$

Для апробации результатов аналитического и численного моделирования были проведены измерения величин  $E$  и  $U_C$  под ЛЭП 35, 220 и 500 кВ, для которых были определены значения  $K_C$  по выражению (2). В качестве емкостного датчика были использованы две квадратные алюминиевые пластины площадью 0,16 м<sup>2</sup> каждая, с расстоянием 0,01 м. Между пластинами датчика был размещён твердый диэлектрик с  $\epsilon_a \approx 1$ , толщиной 12 мм. Собственные ёмкости пластин были приближённо определены по методу Хоу [3] и составили 14,9 пФ. Ёмкость между пластинами была определена по известным соотношениям для плоского конденсатора [4] и составила 118 пФ. Тогда, для разности потенциалов между пластинами измерительной системы с заданными геометрическими размерами можно записать:

$$U_C = 1,19 \cdot S_{12} \cdot E_{mid}, \quad (3)$$

где  $E_{mid}$  – среднее значение напряжённости электрического поля, кВ/м;  
 $S_{12}$  – площадь пользователя измерительной системы, м<sup>2</sup>.

В ходе измерений  $U_C$  емкостной датчик располагался на поверхности земли, а человек располагался на датчике. После человек удалялся из зоны измерения. Далее в этой же точке проводилось измерение напряженности ЭП  $E$  комплексом ПЗ-50 на высоте 1,8 м над поверхностью земли в соответствии с методикой, предусматривающей определение ортогональных составляющих вектора напряженности ЭП  $E_x$ ,  $E_y$ ,  $E_z$  и расчёт результирующего его значения в соответствии с выражением:

$$E = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}, \quad (4)$$

где  $E_x$  – напряжённость электрического поля по оси X, кВ/м;  
 $E_y$  – напряжённость электрического поля по оси Y, кВ/м;  
 $E_z$  – напряжённость электрического поля по оси Z, кВ/м.

Следует отметить, что данная методика не учитывает эллиптический характер кривой, которую вектор напряженности ЭП описывает на плоскости. Данное обстоятельство может приводить к завышению результатов измерения вблизи трёхфазных электроустановок.

Результаты расчёта  $K_C$  по данным измерений в 53 точках под ЛЭП 35, 220 и 500 кВ (рис. 4, а).

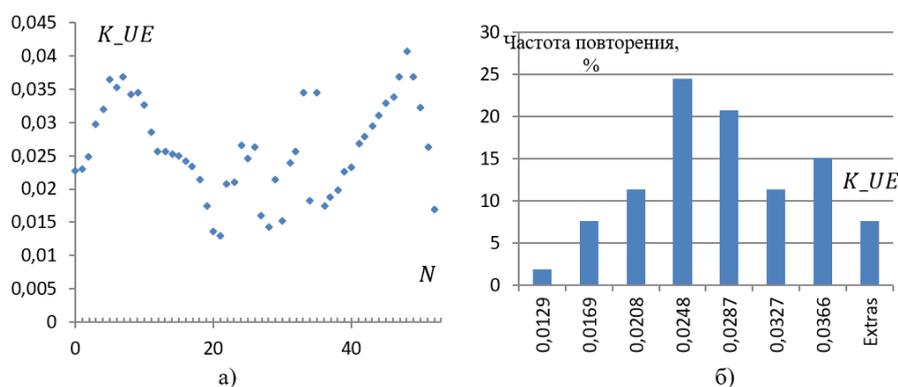


Рис. 4. Результаты измерений  $K_C$

Форма гистограммы распределения результатов измерений (рис. 4, б) является несимметричной и незначительно отличающейся от нормального закона распределения, что свидетельствует о наличии ошибочных или аномальных результатов измерения. Поэтому для анализа результатов были использованы медиана и среднеквадратичное отклонение (таблица 1).

Таблица 1

Статистическая обработка результатов численного моделирования и измерений

Параметр	Численное моделирование	Измерения
Среднее значение $\overline{K_C} = \frac{1}{n} \sum K_{Ci}, \frac{10^{-3}}{м}$	0,0246	0,0261
Медиана $\widehat{K_C} = K_{C[\frac{n}{2}], \frac{10^{-3}}{м}}$	0,0246	0,0256
Размах $R_{KC} = K_{Cmax} - K_{Cmin}, \frac{10^{-3}}{м}$	0,0021	0,0277
Дисперсия $\hat{\sigma}^2 = \frac{1}{n-1} \sum (K_{Ci} - \overline{K_C})^2, \frac{10^{-6}}{м^2}$	0,0000003	0,0000488
Среднеквадратичное отклонение $\hat{\sigma} = \sqrt{\hat{\sigma}^2}, \frac{10^{-3}}{м}$	0,00052	0,007
Коэффициент вариации $\hat{V} = \frac{\hat{\sigma}}{\overline{K_C}} \cdot 100, \%$	2,12	27,3
Коэффициент осцилляции $K_O = \frac{R_{KC}}{\overline{K_C}} \cdot 100, \%$	8,54	108
Результирующее значение $K_C, \frac{10^{-3}}{м}$	$0,0246 \pm 0,00052$	$0,0256 \pm 0,007$

Анализ результатов измерений  $K_C$  показал соответствие результатов численного моделирования и данных, полученных в результате практических измерений. Большие значения коэффициента вариации (табл. 1), а также смещение некоторых результатов измерения вправо на гистограмме (рис. 4, б) могут свидетельствовать о наличии погрешности расчёта  $E$ , которое не учитывает эллиптический характер ЭП, а также даёт завышение  $E$  и  $K_C$ .

Таким образом, предлагаемая методика может быть использована для создания измерительной системы по оценке напряженности неискаженного ЭП при наличии человека в зоне измерения. Это позволит на более высоком уровне обеспечить безопасность персонала при работе в зонах с высокими уровнями ЭП.

### Литература

1. Струмяляк А.В. Методика оценки воздействия электрического поля промышленной частоты на персонал в электрических сетях / Системы. Методы. Технологии №2. – 2009. – с.53–55.
2. СанПин 2.2.4.1191-03 Электромагнитные поля в производственных условиях. –М.: Издательство НЦ ЭНАС, 2003. –24 с.
3. Иоссель Ю.Я., Кочанов Э.С., Струнский М.Г. Расчет электрической емкости- JL: Энергоиздат, 1981, - 288 с.
4. Электромагнетизм: курс лекций / Д. Б. Ким [и др.]. - Братск : БрГУ, 2013. - 378 с.

УДК 621.316.925.1

## Автоматика высокочастотного телеотключения на радиальных воздушных ЛЭП 220 кВ

А.С. Угодин

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** технология телеотключения, релейная защита и автоматика, отделитель-короткозамыкатель

*В статье приводится анализ существующих способов решения проблемы с износом выключателей в распределительных электрических сетях, выполненных по упрощенным схемам – с применением блоков отделитель-короткозамыкатель (ОД-КЗ). На основании полученной информации, выявлены наиболее целесообразные способы решения задачи по снижению износа выключателей, используя метод на основе вычисления обобщенных оценок и попарного сравнения. Предложено использование системы высокочастотной связи для передачи сигналов на выключатель головного участка, непосредственно для отключения линии, без создания короткого замыкания. Для этого рассмотрены системы высокочастотной связи АКПА – «НЕПТУН»; АКАП – В, М; АКА – «КЕДР»; УПК-Ц. Среди них выбрана наиболее точная и доступная для многоканальной передачи аппаратура, обеспечивающая наилучшую степень надежности для увеличения количества верных срабатываний защиты.*

В настоящее время проблема обеспечения бесперебойного электроснабжения потребителей сохраняет свою актуальность. Современные распределительные электрические сети напряжением 35 ÷ 220 кВ имеют достаточно большое количество распределительных устройств, выполненных по упрощенным схемам – с применением блоков отделитель-короткозамыкатель (ОД-КЗ). Принцип работы данных устройств заключается в создании искусственного короткого замыкания, отключением сети выключателем головного участка, отключением в бестоковую паузу поврежденной электроустановки отделителем и дальнейшим автоматическим повторным включением сети. Такая схема (рис.1) получила широкое распространение в связи с дешевизной, надёжностью и простотой конструктивного исполнения.

Областью применения таких схем являются магистральные питающие сети, у которых присоединение подстанций осуществляется по отпаечной и тупиковой схемам.

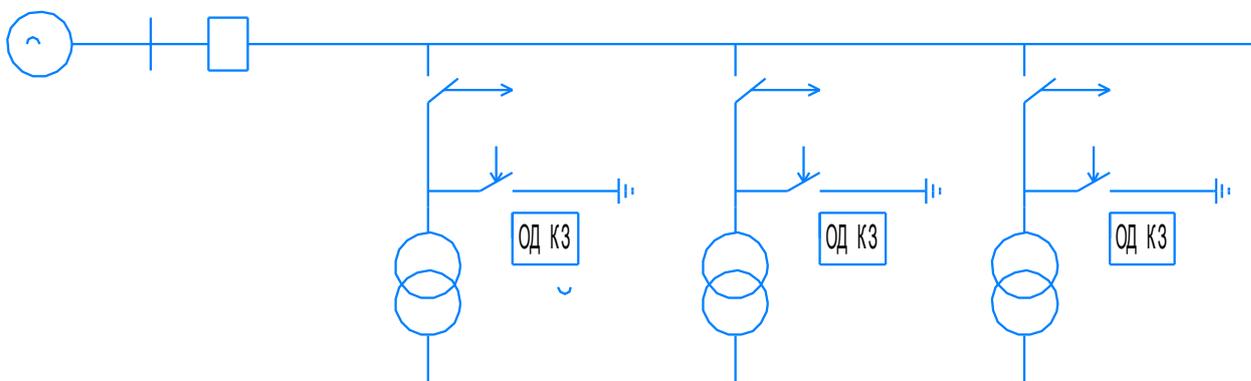


Рис.1. Принципиальная схема системы работающей с блоком (ОД-КЗ)

Следует отметить, что схема на блоках ОД-КЗ также обладает рядом серьёзных недостатков:

1. В ходе работы блока ОД-КЗ возникает перерыв в электроснабжении потребителей, который обусловлен отключением питающей магистральной линии;

2. искусственное короткое замыкание (КЗ), создаваемое короткозамыкателем вызывает значительный износ выключателя на головном участке, что уменьшает его межремонтный интервал, приводит к снижению надёжности схемы и увеличивает вероятность отказа выключателя при коммутации токов КЗ

Одним из путей решения проблемы износа выключателей магистральных и радиальных линий, работающих с блоками ОД-КЗ является использование систем телемеханики для передачи команды отключения выключателя головного участка без задействования короткозамыкателя. Для реализации системы передачи команд, могут быть созданы различные варианты каналов связи:

1. Радиорелейные – с использованием радиочастотного канала сотовой связи;
2. Оптоволоконные каналы связи;
3. Проводные каналы – с использованием выделенной линии или фазы самой линии электропередачи (ЛЭП).

Использование радиочастотного канала требует сложной приемо-передающей аппаратуры и выделенного радиоканала, при этом система оказывается подвержена воздействию помех и может сама оказаться источником мешающих электромагнитных влияний.

Применение оптоволоконной системы передачи требует значительных финансовых затрат, связанных с созданием волоконно-оптической линии связи, применение которой может быть экономически целесообразно только при сопутствующей передаче больших объемов информации, например, для сети интернет.

Вариант создания проводной линии связи является также достаточно затратным, при этом он может быть опасен с точки зрения возникновения наведенных напряжений. При этом использование в качестве проводной линии фазы ЛЭП является наиболее дешевым вариантом, технология которого в настоящее время отработана. Реализация такого варианта требует применение на каждой подстанции высокочастотного реактора – заградителя и емкостного делителя напряжения. Таким образом из всех вариантов наименее затратным и наиболее простым с точки зрения технической реализации является использование фазы ЛЭП в качестве канала связи. В общем случае алгоритм работы предлагаемой системы заключается в передаче команды отключения головного выключателя по каналу связи, при срабатывании РЗ, защищающей оборудование на подстанции имеющей блок ОД-КЗ. Автоматика должна так же поддерживать режим, при котором возможен отказ канала связи и срабатывания короткозамыкателя. Реализация подобного решения позволит снизить затраты на ремонт и обслуживание. Предлагаемая система является вариантом системы высокочастотного телеотключения (ВЧТО), для преобразования команды отключения в соответствующий высокочастотный сигнал передатчика, его декодирование и получение сигнала отключения у приемника, существует несколько вариантов низко- и высокочастотной канальной аппаратуры автоматики, выпускаемой отечественной промышленностью.

1. АКПА [1] – выпускаемая заводом «НЕПТУН» г. Одесса. Устаревшая, но еще применяемая в настоящее время система передачи команд.;

2. АКАП-В, М [2] (аппаратура каналов автоматики процессорная) – выпускаемая БСКБ «ВОСТОК» с 1998 года. Имеет 8/16 передаваемых команд, состоит из блока приёмника и передатчика.;

3. АКА «КЕДР» [3] (Екатеринбургским ООО «Уралэнергосервис» г. Екатеринбург) – новая микропроцессорная аппаратура, выпускаемая с 2003 года, имеющая более широкий функционал, по сравнению с предыдущей.;

4. УПК-Ц производитель «Прософт – Е» [4] (устройство передачи и приёма команд цифровое) – предназначено для передачи команд релейной защиты и автоматики по ВЧ тракту, организованному ВЛ.

Проведенный аналитический обзор позволил сравнить системы передачи команд по общим критериям [5] (таблица 1).

Таблица 1.

Сравнение систем передачи команд на телеотключение

Критерий сравнения/тип системы	АКПА - «НЕПТУН»	АКАП-В, М	АКА «КЕДР»	УПК-Ц
Частотный диапазон	36...600 кГц	28÷36...600 кГц	24...1000 кГц	16...1000 кГц
Способ передачи данных	по одной боковой полосе частот	одночастотный	одночастотный, двухчастотный последовательный код или их комбинация	двухчастотная параллельным кодом
Каналы связи	по ВЧ	по ВЧ и НЧ	по ВЧ, ВОЛС и НЧ	по ВЧ, ВОЛС и НЧ
Количество команд	от 14 до 24	до 32-х	до 31-ой	до 32-х

*Примечание:* ВЧ – высокочастотный; НЧ – низкочастотный; ВОЛС – выделенная оптоволоконная линия связи.

В результате сравнения выяснилось, что АКПА – «НЕПТУН» и АКАП-В, М являются устаревшими блоками, и дальше рассматриваться будут АКА «КЕДР» и УПК-Ц.

В общем случае структурная схема системы, реализующей высокочастотное телеотключение будет иметь следующий вид:

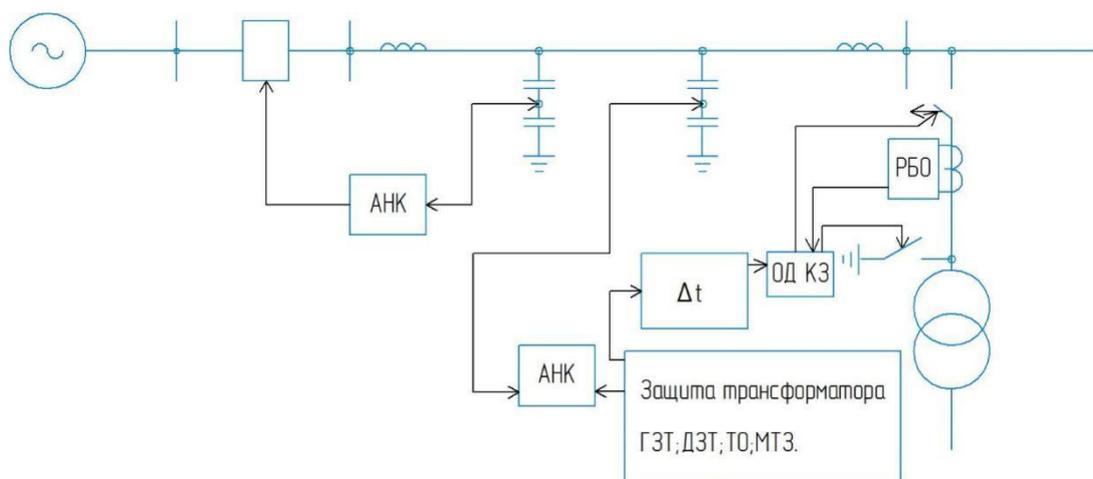


Рис. 2. Структурная схема системы с ОД-КЗ и ВЧ-защитой

Алгоритм работы схемы, показанной на рисунке 2 заключается в следующем, релейная защита трансформатора подаёт сигнал телеотключения по ВЧ-каналу и одновременно аналогичный сигнал на срабатывание отделителя-короткозамыкателя, но с задержкой во времени. Если ВЧ-сигнал поступит на приемную подстанцию, то выключатель головного участка производит отключение линии с запретом АПВ, противном случае срабатывает короткозамыкатель и искусственно созданное короткое замыкание в линии отключается самим выключателем.

Предполагается что использование разработанной системы позволит значительно повысить надежность коммутационного оборудования в сетях с блоком ОД-КЗ.

### Литература

1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации АТГЛ.260.001 ТО // АКПА-В ПРД [PDF] – всё для студента URL: <https://www.twirpx.com/file/1422793/> (Дата обращения 12.03.2019)

Материалы конференции «Молодая мысль: наука, технологии, инновации». 2019.

2. ВЧ-аппаратура для передачи и приема команд релейной защиты (РЗ) и противоаварийной автоматики (ПА) АКАП-В и АКАП-М URL: [промкаталог.рф/PublicDocuments/0712012.pdf](http://промкаталог.рф/PublicDocuments/0712012.pdf) (дата обращения 09.03.2019)
3. «АКА – «КЕДР» – Аппаратура» URL: <http://www.uenserv.ru/apparatura/kedr/> (дата обращения 09.03.2019)
4. ШКАФ УПК-Ц URL: <http://www.prosoftsystems.ru/catalog/show/shkaf-upkc> (дата обращения 10.03.2019)
5. Гудков П.А. Методы сравнительного анализа. Учеб. пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2008 – 81 с.

## Автоматизация и управление

УДК 62.5

### Системы управления промышленных роботов

Н.Н. Иванов

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** промышленные роботы, теория автоматического управления, принципы программного управления.

*Промышленный робот (ПР) – автоматическая машина, выполняющая в производственном процессе двигательные и управляющие функции. Он состоит из исполнительного устройства, у которого одна или несколько степеней подвижности, и устройства программного управления (ПУ). Благодаря ПР возникает возможность автоматизировать и основные, и вспомогательные процессы производства, поэтому они широко применяются в различных отраслях промышленности. Самым главным достоинством промышленных роботов является возможность скорой переналадки для выполнения задач, которые различаются алгоритмом и характером манипуляционных действий. ПР создают основу для перехода к качественно новому уровню автоматизации – возникновению автоматических производственных систем, которые функционируют с минимальным участием человека. Наиболее эффективно использовать ПР в условиях частой смены объектов производства или при замене ручного низко квалифицированного труда.*

*В данной статье рассматриваются принципы систем программного управления промышленными роботами.*

**Введение.** Промышленные роботы могут выполнять множество задач, которые составляют предмет теории автоматического управления, принимая во внимание их специфические требования.

Исходя из [1], система управления роботом состоит из устройства управления и объекта управления в форме устройств, которые могут быть независимыми конструктивно и технологически или частью робота.

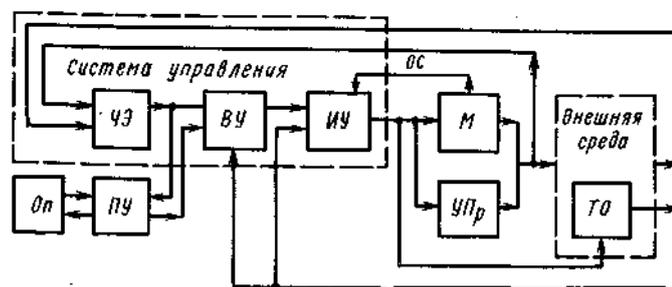


Рис. 1. Общая схема автоматической робототехнической системы, где ВУ – вычислительное устройство; ПУ – пульт управления; ЧЗ – чувствительный элемент; М – манипуляторы; Оп – операторы; ИУ – исполнительное устройство; УПр – устройство передвижения; ОС – обратная связь; ТО – технологическое оборудование;

Согласно [2-5] системы управления используют три принципа: разомкнутого управления, управления по возмущению и с помощью обратной связи.

**Принцип разомкнутого управления.** Данный принцип реализуется только в том случае, если контролируемый объект должен работать с необходимым поведением, однако

при этом не учитывается появление внешних возмущающих воздействий. Из-за данного недостатка, внешние возмущения, которые мы не учли, приводят к неконтролируемым отклонениям в процессе эксплуатации объекта. Согласно данному принципу имеется встроенная, например, система управления скоростью вращения двигателя постоянного тока с независимым возбуждением (рис. 2).

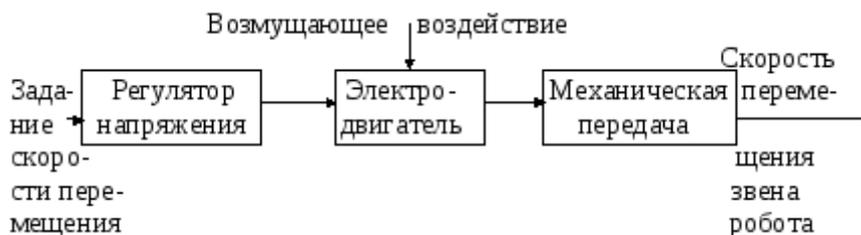


Рис. 2. Регулирование скорости вращения электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения

Для данного типа двигателя скорость вращения вала прямо пропорциональна напряжению на якоре. Из этого следует, что если прикладывать напряжение требуемого значения к двигателю постоянного тока, то можно контролировать скорость вращения выходного вала, тем самым регулировать скорость вращения звена робота. Впрочем, если на эту связь воздействуют возмущающие воздействия, то скорость вращения вала двигателя будет весомо отличаться от заданной.

**Принцип управления по возмущению.** Данный принцип можно использовать в системе разомкнутого управления при наличии возмущающего воздействия, но при этом имеется устройство, которое компенсирует отклонение контролируемого параметра, вызванное этим возмущением. На рис. 3 показан пример управления возмущением системы управления промышленным роботом.

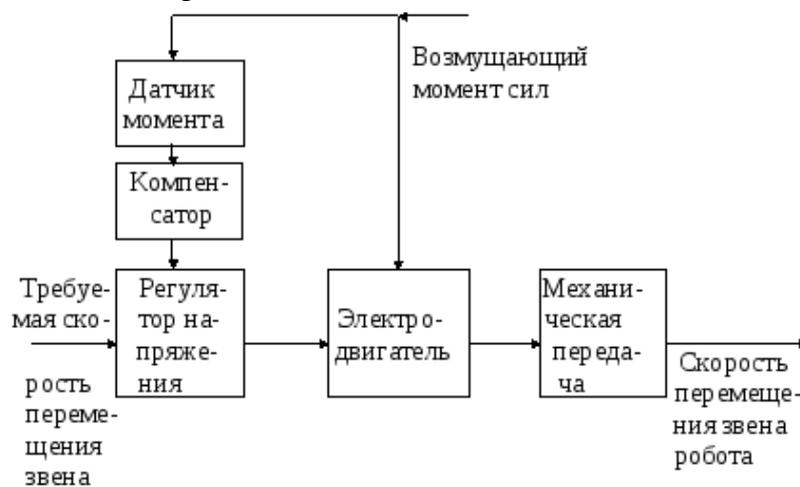


Рис.3. Схема с компенсатором

Система, показанная на рис. 3, отличается от системы разомкнутого управления наличием датчика момента и компенсатора. Благодаря наличию компенсатора, мы можем сформировать алгоритм управления и тем самым минимизировать влияние датчика момента на основной процесс управления скоростью звена. Однако, несмотря на то, что в этой системе можно компенсировать воздействие на процесс регулирования воздействия, измеряемое датчиком, есть и другие воздействия, которые вызывают неконтролируемые отклонения.

**Принцип обратной связи.** Главной отличим данных систем управления от других является измерение управляемого параметра и использование информации, полученной при формировании закона управления.

На рис. 4 представлена система управления скоростью звена робота, но в отличие от разомкнутого управления, к ней добавлен датчик скорости, который измеряет скорость вращения выходного вала. Сравнение исходного значения скорости с фактическим осуществляется с помощью устройства сравнения.



Рис.4. Схема с датчиком для измерения скорости вращения выходного вала

В итоге мы получим алгоритм управления напряжением на якоре двигателя, который минимизирует разницу между фактическим и заданными значениями скорости вращения вала.

**Заключение.** Из всего вышперечисленного следует, что если ПР должен работать в необходимом состоянии, но при этом не учитываются внешние возмущающие воздействия, то применяется принцип разомкнутого управления. Если же необходимо, чтобы ПР учитывал необходимое внешнее возмущение, то применяется принцип управления по возмущению. Самым эффективным является принцип обратной связи, т.к. в системе управления имеется измерение управляемого параметра и использование информации, полученной при формировании закона управления.

#### Литература

1. Сулимов, Ю. И. Робототехника: Учебное пособие. Томск: ТУСУР, 2007. — 99 с.
2. Иванов А.А. Основы робототехники: учебное пособие. Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2011. –200с.
3. Рудученко С.Г. , Колтыгин Д.С. Введение в робототехнику. Цикловое управление манипуляторами и технологическим оборудованием. Братск, 2002. — 234 с.
4. Юревич Е. И. Основы робототехники, 4-е издание. Санкт-Петербург, 2018. - 304 с.
5. Крейг Д. Введение в робототехнику. Механика и управление: моногр. М.: Институт компьютерных исследований, 2013. - 564 с.

УДК 62.5

### **Разработка и настройка нечеткой системы автоматического управления магистральной насосной станции нпс-4 ООО «Транснефть-Восток»**

А.Ю. Бобылев

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** нечеткий регулятор, нечеткая система управления, база правил, система автоматического управления, программное обеспечение, фазсификация, дефазсификация.

*В качестве исследуемого объекта выбрали систему автоматического управления магистральной насосной станцией НПС-4 ООО «Транснефть-Восток». В ходе работы произвели настройку ПИ-регулятора и нечеткого регулятора с помощью программного обеспечения MATLAB Simulink. Провели настройку для заданного объекта с помощью нечеткой системы управления и исследовали ее работу в программном обеспечении MATLAB. Получили модель одноконтурной системы автоматического регулирования с нечетким регулятором. Произвели настройку нечеткого регулятора системы автоматического регулирования давления на выходе магистрального насосного агрегата НПС-4. Провели анализ и сравнили показатели качества переходных характеристик регуляторов.*

Решение вопроса совокупных или качественных проблем управления является наиболее сложным. Важно находить решение задачи, не поддающееся полностью или частично формализации для применения стандартной логики. Качественные задачи обычно решаются человеком, и уже существует опыт решения их нейронными сетями или экспертными системами [1]. Обычно аналитическое описание объекта (математическая модель) либо недостаточно точно, либо решение задачи несет непростой характер. В данных случаях используют методы искусственного интеллекта (ИИ). Искусственный интеллект состоит из методов моделирования и анализа, построенных на базе нейронных сетей, а также нечёткой логике.

Нечёткое управление в наше время есть одна из самых результативных сфер исследований применения теорий нечётких множеств. Математическая теория нечётких множеств позволяет описывать нечёткие правила и базу знаний, управлять этими знаниями и делать нечёткие выводы. Методы построения компьютерных нечётких систем, основанные на этой теории, значительно расширяют сферу применения компьютеров [2,3].

Разработка и использование систем нечёткого вывода представляет ряд этапов, создание которых выполняется на основе основных законов нечёткой логики. Приведены главные характерные черты каждого этапа и показаны обычные примеры их исполнения[4].

#### 1. Формирование базы правил систем нечёткого вывода.

Во время создания или формирования базы правил нечётких продукций важно установить: множества правил нечётких продукций, входных и выходных переменных.

Входная или выходная лингвистическая переменная является заданной или определённой, когда для неё определено основное множество с соответственными функциями принадлежности каждого терма, а также соответствующие процедуры. Самым распространённым случаем является применение в качестве функций принадлежности термов трапециевидных или треугольных функций принадлежности. Возможно использование специальных сокращений для названия имен термов как входных, так и выходных лингвистических переменных.

#### 2. Фаззификация входных переменных

Фаззификация есть отдельный этап нечеткого вывода, процесс поиска значений функции принадлежащих нечётким термам на базе классических исходных данных. Фаззификацию так же называют введением нечёткости.

Главной задачей этапа фаззификации называют установление связи между конкретными численными значениями отдельной входной переменной системы нечёткого вывода и значением функции принадлежности соответствующего ей терма входной переменной. После окончания этапа, для каждой входной переменной необходимо определить точные значения функции принадлежности по каждому лингвистическому терму, использованному в подусловиях базы правил системы нечёткого вывода.

#### 3. Агрегирование подусловий в нечётких правилах продукций

Под агрегированием понимают процесс идентификации степени истинности условий по каждому из правил системы нечёткого вывода.

#### 4. Активизация подзаклучений в нечётких правилах продукций

Активизацией в системах нечёткого вывода является процедура или процесс поиска степени истинности отдельного из заключений правил нечётких продукций.

5. Аккумуляция заключений нечётких правил продукций

Аккумуляцией в системах нечёткого вывода - процедура нахождения функции принадлежности для каждой из выходных лингвистических переменных.

6. Дефаззификация выходных переменных

Дефаззификация в системах нечёткого вывода называется процессом или процедурой нахождения простых значений для каждой выходной переменной лингвистического множества.

Целью дефаззификации является получение обычного количественного значения каждой из выходных переменных, используя результаты сбора всех выходных лингвистических переменных. Значение зачастую используется специализированными внешними устройствами системы нечёткого вывода.

Рассмотрим создание нечеткой системы управления для магистрального насосного агрегата НПС-4

Заданный объект имеет передаточную функцию вида:

$$W(p) = \frac{50e^{-3p}}{234.88p^3 + 123.43p^2 + 18.45p + 1}$$

Произведем настройку ПИ-регулятора с помощью программного обеспечения MALAB Simulink (рис.1) [5].

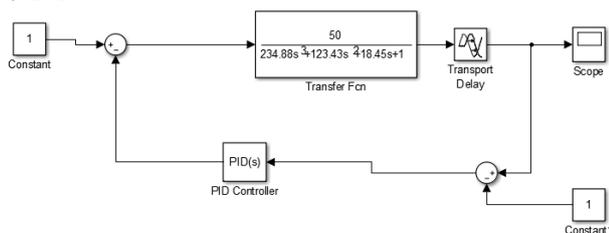


Рис.1. Структурная схема системы с ПИ-регулятором

Показатели качества полученной переходной характеристики представлены на рис.2.

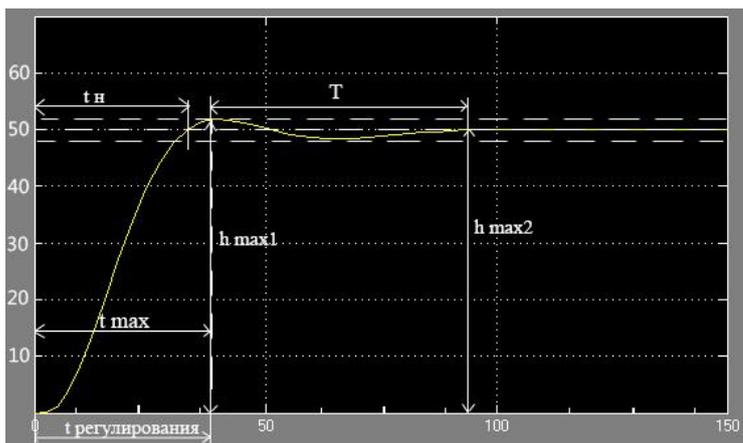


Рис.2. Показатели качества переходной характеристики ( $C_1=0,0011$ ;  $C_0=0,0158$ )

Время переходного процесса:  $t_p=40$  сек; перерегулирование: 5%; число колебаний  $N=1$ ; колебательность 95,2%; частота колебаний 0,108; время достижения первого максимума 40сек; время нарастания 34 сек; степень затухания 0,047, интегральная оценка качества 8.125.

Проведем настройку для заданного объекта [6-8] с помощью нечеткой системы управления и исследованием ее работу в программном обеспечении MatLab (рис.3).

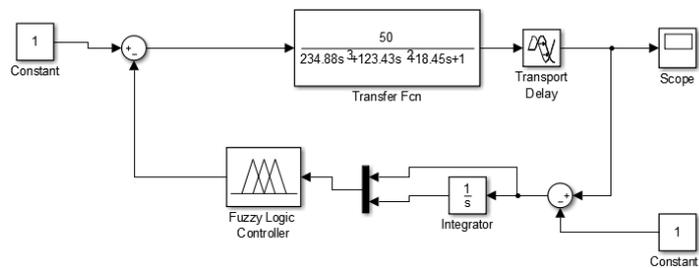


Рис.3. Модель одноконтурной системы автоматического регулирования с нечетким регулятором

Нечеткая система управления должна иметь следующий набор правил для правильного функционирования. База правил нечеткого регулятора может быть создана на основе технологического опыта эксплуатации объекта регулирования и его традиционной модели.

Для создания модели одноконтурной системы автоматического регулирования (САР) с ПИ-подобным fuzzy-регулятором нужно используя пакеты Simulink и FuzzyLogicToolbox системы MATLAB собрать модель, показанную на рис.3. После запуска модели, можем наблюдать в окне Scope переходную характеристику процесса [9].

Получили следующие параметры качества заданного объекта нечеткого регулятора (рис.4).

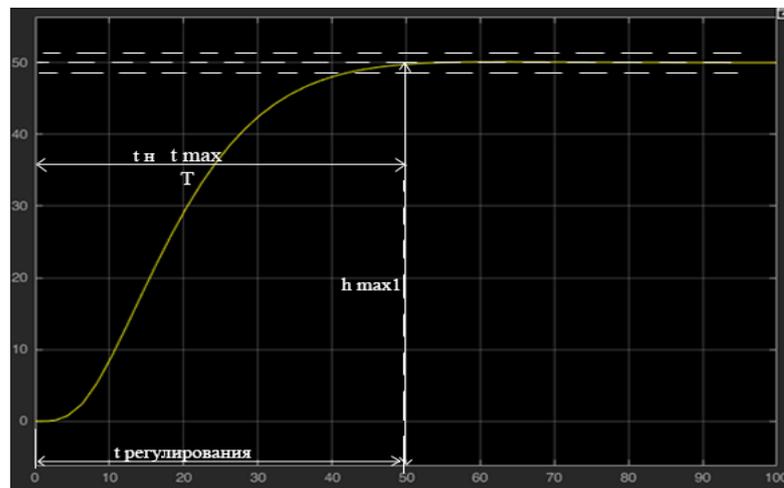


Рис.4. Показатели качества переходной характеристики ( $C_1=0,0014$ ;  $C_0=0,025$ )

Время переходного процесса 50 сек; перерегулирование 0%; число колебаний  $N=0$ ; колебательность 100%; частота колебаний 0,1256; время достижения первого максимума 50 сек; время нарастания 50 сек; степень затухания 0; интегральная оценка качества 6.3125.

Таким образом, была разработана система автоматического управления с нечетким регулятором. Сравнив ее с аналогичной системой с ПИ-регулятором, мы определили, что данная система обладает лучшими параметрами качества (меньшее перерегулирование по сравнению с системой с ПИ-регулятором). В обеих системах отсутствует статическая ошибка регулирования.

### Литература

1. Григорьева Т.А., Толубаев В.Н. Выбор программируемых контроллеров в современном производстве//Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2015 Т. 1. С. 75-77.
2. Григорьева Т.А., Толубаев В.Н. Выбор программируемых контроллеров в современном производстве//Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2014. Т. 1. С. 269-271.
3. Григорьева Т.А., Толубаев В.Н. Система сбора и представления информации об учете энергоресурсов //Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2006. Т. 2. С. 73-75.

4. Григорьева Т.А., Патрусова А.М. Моделирование динамических процессов в печи обжига металла// Наука и современность. 2014. № 28. С.167-171.
5. Григорьева Т.А., Толубаев В.Н. Выбор преобразователей температуры в современных системах автоматического регулирования//Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2015 Т. 1. С. 150-153.
6. Дойников, А. Н., Григорьева Т.А. Анализ динамических свойств и синтез моделей электроэнергетических систем по режимным частотным характеристикам//Информационные технологии и проблемы математического моделирования сложных систем. -Иркутск: ИИТМ ИрГУПС, 2005.-С. 91 -102.
7. Григорьева Т.А. Управление динамическими свойствами в теплоэнергетических системах //Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2010. Т. 1. С. 54-58.
8. Григорьева Т.А., Патрусова А.М. Проблемы управления динамическими свойствами промышленных объектов//Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2013. Т. 2. С. 210-213.
9. Григорьева Т.А., Толубаев В.Н. Автоматизированные системы управления на базе ПТК «ТЕКОН» //Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2014. Т. 1. С. 271-274.

УДК 004.733

## Развитие сетей 5G в России

С.С. Казак

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** мобильное соединение, 5G соединение, инновации, перспективные технологии, глобализация, новые способности.

*В статье рассказывается о стандарте 5G, который на данный момент является новейшим этапом развития мобильных технологий. Приводится анализ развития связи нового поколения. Основное назначение системы связи - быстрая возможность отправки или получения информации, поэтому эта тема актуальна. Сети 5G существенно расширят ограниченный функционал мобильных сетей предыдущих поколений и повысят скорость передачи данных. Предметом исследования являются системы мобильной связи, которые постоянно развиваются и решают проблемы медленных или дефектных сигналов. На данный момент в России ведётся развитие сетей пятого поколения, что принесёт в экономику страны большие денежные потоки, улучшит работу крупного и мелкого бизнеса, также развитие 5G, благоприятно скажется на уровень жизни в стране.*

Основные цели и задачи сетей 5G. Согласно [1,2] 5G – новейший этап развития мобильных технологий, предоставляющий абсолютно другой уровень услуг и возможностей для потребителей. Одной из особенностей данной технологии можно подчеркнуть более высокую скорость передачу данных (во много раз больше 1 Гбит/с), сверхмалые задержки передачи информации (~ 1 миллисекунда).

Сети 5G существенно расширяют ограниченный функционал мобильных сетей предыдущих поколений. Существенными функциональными особенностями сетей 5G являются следующие:

1. Усовершенствованный мобильный широкополосный доступ eMBB
2. Надёжные коммуникации с низкой задержкой ULLRC
3. Массивные межмашинные коммуникации Massive IoT/IIoT ,MTC/

На базе этих трёх особенностей функционала строится всё многообразие услуг и возможностей сетей ИМТ2020 (5G) можно увидеть (рис.1).



Рис. 1. Возможности сетей IMT2020/5G

Стоит обратить внимание, что на (рис. 1) представлены лишь малые возможности и решения для сетей 5G. В отличие от сетей предыдущих поколений, спектр услуг которых был сильно ограничен и несколько расширен в 4G, услуги сетей 5G имеют синергетический и масштабируемый свойства, и не ограничены однажды заданным функционалом. Безусловно, 5G играет роль платформы для создания и развития новых услуг и приложений DevOps [1]

Практические преимущества 5G. Сети мобильной связи предыдущих поколений имели следующие назначения и функционал:

1. G: Сервисы передачи речи по аналоговой сети
2. G: Сервисы передачи речи по цифровой сети, низкоскоростные услуги передачи данных (GPRS, EDGE)
3. G: Высокоскоростной сервис передачи данных (HSPA), с возможностью передачи голоса по сети IP, мобильный доступ к интернет MBB
4. G: Мобильный широкополосный доступ MBB на базе LTE, LTE-A, передача голоса (VoLTE).

Платформа сети 5G предлагает для операторов заметные преимущества, представляющие прежде всего, в расширении функциональных возможностях и свойств сети и увеличение удовлетворённости потребителей. На рисунке ниже показаны основные свойства сети IMT2020 (5G), в сравнении с показателями IMT-Advanced (4G) [2,3]



Рис. 2. Практические преимущества 5G

Основные параметры сети 5G:

1. Пиковая скорость сети 5G обеспечит в 20 раз большую скорость в сравнении с 4G, по результатам, в пределах 20 Гбит/с.
2. Скорость для потребителя (средняя) в этом случае может достигать 100 Мбит/с и более.
3. Эффективность использования спектра, количество информации, которую можно передать на единицу частотного диапазона, в сети 5G будет по крайней мере в 3 раза больше, чем в 4G.
4. Мобильность потребителя, скорость, с которой можно перемещаться потребителю с устройством 5G по территории сети без потери в процессе передачи данных между базовыми станциями, в сети 5G близко к 500 км/час, что позволяет использовать услуги 5G в скоростных поездах.
5. Задержка в сети 5G снижается до 1 мс и менее, а в сетях 4G может достигнуть лишь 10-миллисекундной задержки. Это дает возможность применения технологии 5G для критичных коммуникаций и видео наблюдения, услуг тактильного интернета, AR/VR и пр.
6. Плотность терминалов в сети 5G возрастает и может быть до нескольких миллионов устройств на 1 кв. км, то есть, на 1 квадратном метре могут находиться несколько десятков или даже сотен небольших устройств (например, сенсоров IoT).
7. Энергоэффективность сети 5G на разы лучше, чем в сети предыдущего 4G.
8. Ёмкость трафика на единицу площади, то есть скорость передачи данных квадратный метр площади покрытия сети, в 5G в два раза выше, чем в сети 4G.[2,3]

На рисунке 3 представлены соотношения по степени важности для основного функционала 5G (усовершенствованный мобильный широкополосный доступ eMBB, сверхнадёжные коммуникации с низкой задержкой, массивные межмашинные коммуникации) параметров сети 5G.[3]

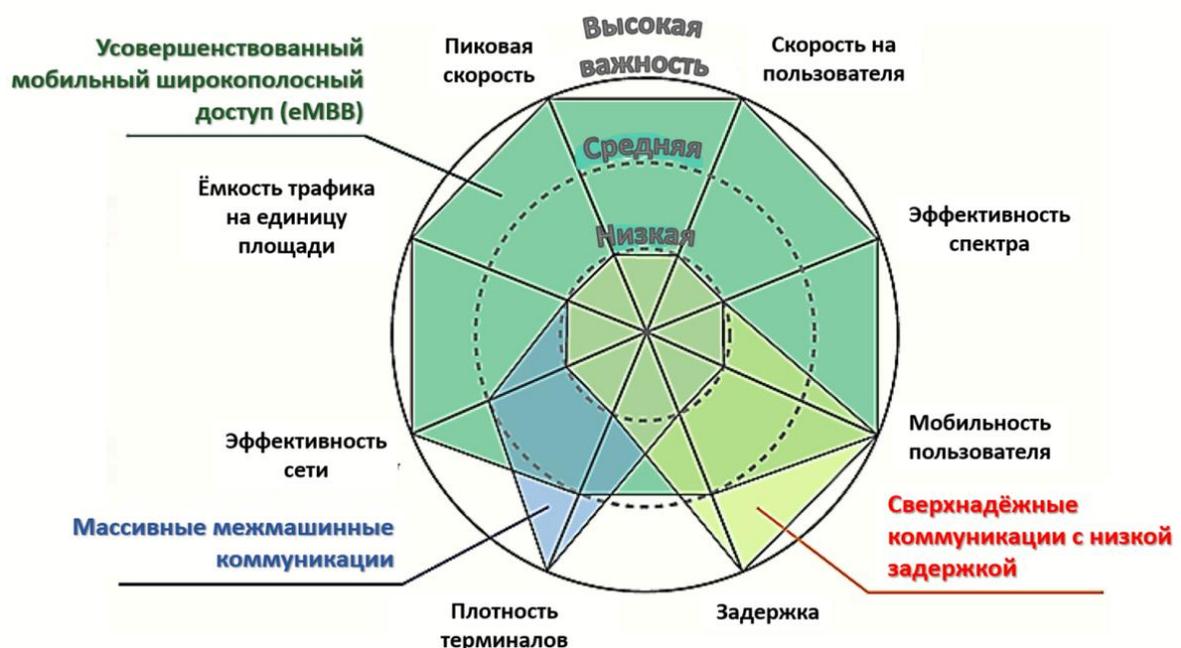


Рис. 3. Соотношения функционала сети 5G.

Отечественные операторы связи и проблемы внедрения сетей 5G. В конце 2018 года появилась информация о том, что российские операторы сотовой связи «Вымпелком», «МТС», «Мегафон» и «Tele2» («Союз LTE») после серии переговоров пришли к предварительной договорённости о совместном развитии в государстве сотовой сети 5G. Соглашение представляет собой объединение усилий «Союз LTE», в том числе и создание нового единого оператора связи.

Во внедрение 5G будет принимать активное участие Государственная комиссия по радиочастотам (ГРКЧ). На прошедшей встрече в конце 2018 года заседании комиссии также стало известно о том, что произойдет выделение отдельных полос радиочастот для реализации так называемых «пилотных» зон сетей 5G. Частоты были выделены в диапазонах 4800-4990 МГц и 27,1-27,5 ГГц неограниченному кругу лиц.

В январе 2019 года появилась новость о том, что государство возьмёт на себя затраты на расчистку частот для развития 5G сетей.

Наиболее важными для операторов сети 5G являются диапазоны 3,4-3,8 ГГц, но они заняты военными и космосом, и нужно провести его высвобождение. Операторы сотовой связи, подсчитали затраты на расчистку частот для 5G сетей в 11,8-16 млрд рублей к 2022 году. [3]

На данный момент в России ведется развитие сетей пятого поколения, что принесет в экономику страны большие денежные потоки, улучшит работу крупного и мелкого бизнеса, также развитие 5G, благоприятно скажется на уровень жизни в стране.

### Литература

1. Майоров Д. С., Слепцова Е. А. Сеть 4G/LTE и перспективы развития мобильной связи пятого поколения В сборнике: Науч. сообщество студ. сборник материалов VIII Международной студенческой научно-практической конференции. 2016. С. 158-160.

2. Гребенщиков А.А., Атея А. А., Мутханна А. С.А., Киричек Р. В. Походы к интеграции технологии NB-IOT СЕТЯМ 5G/IMT-2020/IMT-2020: Информационные технологии и телекоммуникации.2017. Т.5. №4. С. 8-16.

3. TADVISER Государство.Бизнес.ИТ: пятое поколение мобильной связи 5G [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.tadviser.ru/a/270048> (дата обращения: 04.03.19)

УДК 004.942

## Построение математической модели прокатного стана на основе С-графа

Н.Л. Ефанов

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** технологический процесс, математическая модель, прокатный стан, С-граф, автоматический системы управления.

*В статье описано применение методики моделирования многосвязных объектов для создания подсистемы проектирования прокатного стана алюминиевой катанки. Математическая модель прокатного стана, созданная на основе С-графа выявляет глубокую структурную и функциональную зависимость отдельных компонентов. Структурный анализ определяет минимальное число факторов, информация о которых необходима для изучения объекта. Предложенный С-граф позволяет формализовать процесс построения графа по структурной схеме системы значительно сокращая затраты времени и считается очевидным для специалистов по системам управления. Этот вид графа сохраняет все свойства топологических схем и в то же время упрощает переход от структурных схем к графам, сохраняя структурную связность элементов.*

Одним из этапов проектирования технологического процесса производства алюминиевой катанки является разработка математической модели прокатного стана. Математическая модель прокатного стана, созданная на основе С-графа, позволяет выявить глубокую структурную, функциональную зависимость отдельных компонентов. Это дает возможность выполнить системные исследования структуры технологического процесса. Прокатный стан является многомерным, многосвязным объектом.

Для построения модели прокатного стана на основе С-графа исследуется взаимосвязь технологических параметров и разрабатывается технологическая схема процесса функционирования прокатного стана.

При анализе взаимосвязи параметров, влияющих на технологический процесс, взят участок стана, состоящий из двух клетей (рис.1).

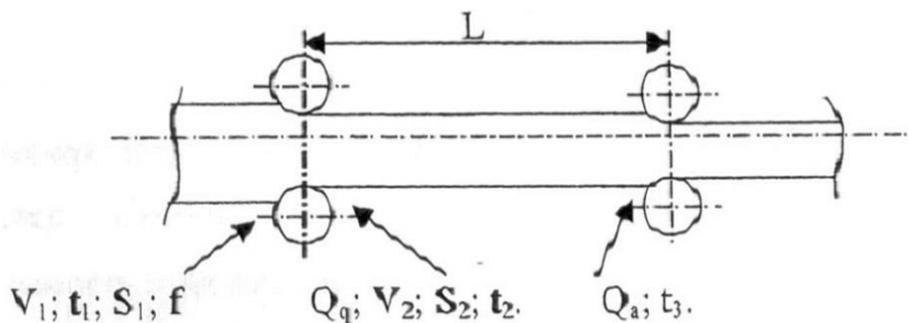


Рис. 1 Схема технологического процесса.

Входные параметры:  $V_1; t_1; S_1; f$  – характеризуют состояние заготовки перед входом в первую клеть.

Выходные параметры:  $Q_q; V_2; S_2; t_2; Q_a; t_3$  – характеризуют заготовку перед входом во вторую клеть.

Взаимосвязь этих параметров получим, исходя из следующих уравнений:

Так, сечение заготовки на выходе будет равно  $S_2$  ( $m^2$ ):

$$S_2 = S_1 - \Delta S,$$

где  $S_1$  – сечение заготовки на входе;  
 $\Delta S$  – изменение сечения заготовки.

Скорость заготовки на выходе –  $V_2$  (м/с):

$$V_2 = f \cdot V_1,$$

где  $V_1$  – скорость заготовки на входе;  
 $f = S_1 / S_2$  – коэффициент вытяжки.

Уменьшение сечения заготовки выразим через коэффициент вытяжки:

$$\Delta S = S_1 \cdot (1 - 1/f).$$

Температура заготовки после прохождения клетки  $t_2$  ( $^{\circ}C$ )

$$t_2 = \frac{Q_q}{m \cdot c} + t_1,$$

где  $m$  – масса алюминия;  
 $c$  – теплоемкость алюминия;  
 $Q_q$  – тепло, сообщенное заготовке при деформации:

$$Q_q = k \Delta S \sigma,$$

где  $k$  – коэффициент пропорциональности;  
 $\sigma$  – предел прочности алюминия.

Тепло, сообщенное заготовке при деформации, характеризует количество затраченной энергии  $E$  (Дж).

$$Q_a = 2\pi R q \tau. \quad (1)$$

где  $Q_a$  – тепло, требуемое отвести от заготовки за время прохождения между смежными клетями, для получения необходимой температуры поверхности заготовки перед входом во вторую клеть.

$R$  – радиус заготовки;

$q$  – удельный тепловой поток;

$\tau$  – время, затраченное на отвод тепла.

Зная скорость заготовки  $V_2$ , можно выразить время, затраченное на охлаждение заготовки, через путь  $L$  и, подставив результат в уравнение (1), получим расстояние между клетями, необходимое для прохождения заготовки до достижения температуры  $t_3$ .

$$L = \frac{k\Delta S\sigma V_2}{2\pi Rq}$$

Значения выходных параметров после прохождения  $n$ -й клетки можно выразить через следующие формулы:

$S_n = S_1 / f^{n-1}$  – сечение заготовки после прохождения  $n$ -й клетки.

$V_n = V_1 f^{n-1}$  – скорость заготовки после прохождения  $n$ -й клетки.

$E_n = \sum E_i$  – количество энергии, затраченное на изменение сечения заготовки после прохождения  $n$ -й клетки.

$L_n = \sum L_i$  – длина участка прокатного стана из  $n$  клеток.

Значение  $t$  на выходе из каждой клетки задано и берется по графику (рис.2)

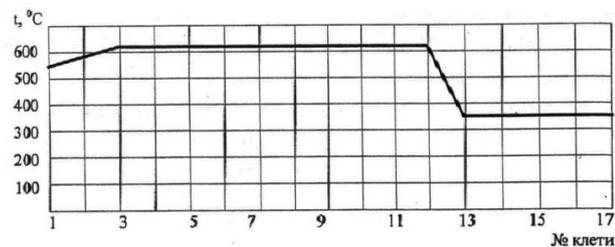


Рис. 2 Изменение температуры заготовки в процессе прокатки

Проанализировав вышеуказанные формулы, можно составить технологическую схему процесса функционирования прокатного стана.

Анализ взаимосвязи параметров, влияющих на технологический процесс производства алюминиевой катанки, позволяет изобразить зависимость этих параметров в виде функциональной схемы (рис.3).

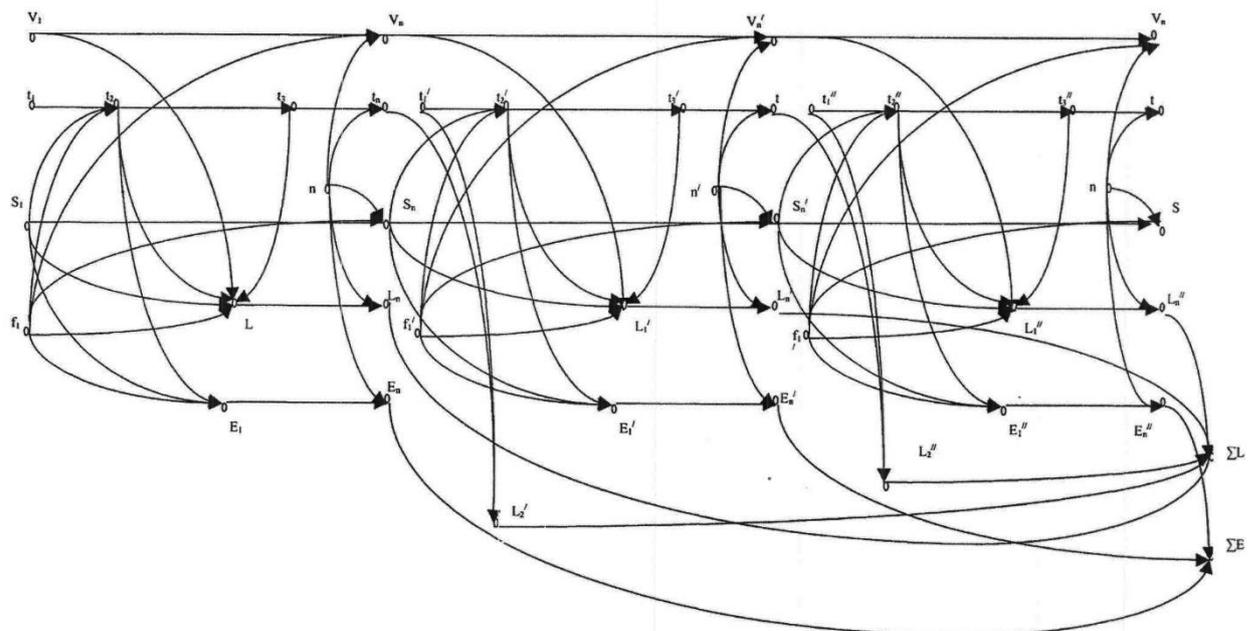


Рис. 3 Функциональная схема

Для получения топологической модели процесса построим структурную схему технологического процесса (рис. 4). Вследствие того, что в математическом отношении

структурные схемы менее совершенны, чем графы, на основе полученной структурной схемы составим С-граф объекта (рис. 5).

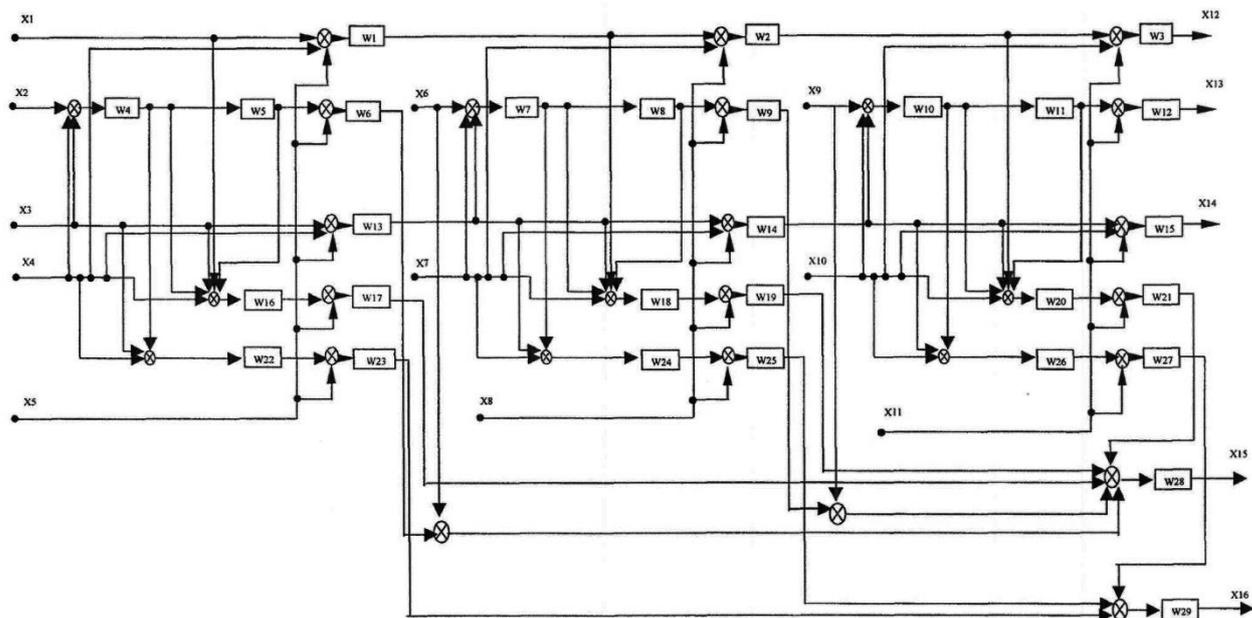


Рис. 4 Структурная схема технологического процесса

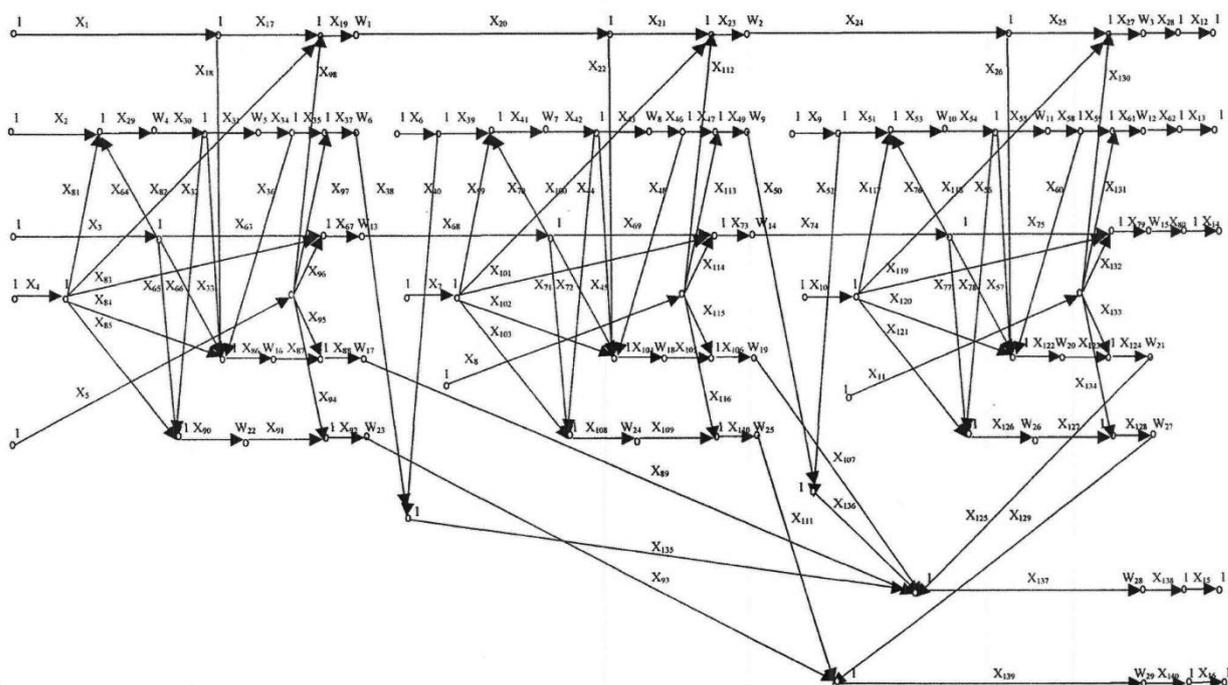


Рис. 5 С-граф объекта

На основе С-графа определяем матрицу компонентов  $[B]$  и матрицу структуры объекта  $[A]$ . По формуле  $H = A \cdot B$  вычисляем матрицу системы  $[H]$ . Полученный оператор системы  $[H]$  служит основой для принятия дальнейших решений [1].

Из полученного матричного уравнения находим уравнения выходных параметров процесса производства алюминиевой катанки.

Для параметрической идентификации математической модели предложен метод регрессионного анализа. Выбор этого метода обусловлен необходимостью исследования влияния изменений входных параметров процесса на выходные.

В результате полученной математической модели с учетом коэффициентов

регрессии произведем оптимизацию конструкции прокатного стана. Для оптимизации предложен метод линейного программирования. Сущность задачи линейного программирования сводится к нахождению из множества допустимых решений одного, которое обращает в минимум целевую функцию.

В результате проведенной оптимизации параметров экспериментальной модели по критерию скорости заготовки решена задача нахождения вектора оптимальных параметров технологического процесса производства алюминиевой катанки.

### Литература

1. Алпатов Ю.Н. Синтез систем управления методом структурных графов: Изд-во Иркутского ун-та, 1988. - 183 с.

УДК 004.383

## Актуальность применения технологий виртуальной реальности в производстве

В.В. Седова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** новые технологии, технологии виртуальной (VR) реальности, технологии дополненной (AR) реальности, типы систем виртуальной реальности, VE Group, АО «Росатом», ОАО «ЦТСС».

*В статье говорится о понятии «виртуальная реальность». Рассматривается применение технологий виртуальной реальности в различных областях промышленности, как новый этап развития систем автоматизированного моделирования и проектирования. Выявлены достоинства и недостатки применения данных технологий. Приведены четыре типа систем виртуальной реальности от компании VE Group: VE HMD, VE CADWall, VE CAVE, VE Panorama. Рассматривается применение технологий виртуальной реальности на производствах General Motors, Volkswagen, Ford и Norsk Hydro. В качестве примеров применения данных технологий, реализованных в России, приводится АО «Росатом» и ОАО «ЦТСС» (ведущий научно-технологический центр судостроения и судоремонта). В статье формулируется вывод об актуальности применения технологий виртуальной реальности в производстве, как новое поколение человеко-машинного интерфейса.*

Человеческий мозг устроен так, что любое понятие он связывает с каким-то зрительным образом. Мыслительный процесс, при поиске решения какой-либо задачи, осуществляется не на уровне точных вычислений, а на уровне образов. Если человек мог бы «разгрузить память», и ему была бы предоставлена возможность манипулировать «реальными» изображениями образов, тогда поиск решений занимал бы гораздо меньше времени, и вероятнее всего, эти решения оказывались бы более оригинальными.

На сегодняшний день, под понятием «виртуальная реальность» подразумевают среду, сгенерированную компьютером. Погружаясь внутрь виртуального мира, с помощью дополнительной аппаратуры, человек может действовать в этой среде один и (или) с несколькими пользователями.

Технологии виртуальной реальности, используемые в настоящее время, являются новым этапом развития систем автоматизированного моделирования и проектирования [1].

Для погружения в виртуальную среду, используют такие технические средства, как шлемы, перчатки, костюмы, экраны, комнаты и т.д. Данное оборудование позволяет ощущать себя присутствующим в виртуальном мире. Благодаря этим средствам, человек может увидеть прототипы чего-либо, существующего пока что только на чертежах, и взаимодействовать с ними.

Таблица достоинств и недостатков применения технологий виртуальной реальности [2]

Достоинства	Недостатки
Снижение аварийности, стоимости эксплуатации техники, затрат, времени на физическое моделирование, угрозы для здоровья и жизни, количества ошибок. Сокращение затрат на элементы и расходные материалы	Стоимость внедрения и последующей эксплуатации (полнофункциональная система виртуальной реальности, т.е. центр виртуальной реальности, стоит от нескольких десятков тысяч долларов до нескольких миллионов долларов)
Ускорение и удешевление процессов обучения, тренировок, инструктажа, процесса сборки, ремонта и эксплуатации специального оборудования. Увеличение эффективности, поиске информации, необходимых деталей, проектирования объектов	Ни одна установка автоматизированного проектирования и моделирования не позволяет управлять поведением модели в реальном времени
Оптимизация расходов на выплаты и компенсации	Неочевидная польза
Улучшение клиентского опыта, дизайна продуктов, торговых площадок. Увеличение объемов продаж. Совершенствование и повышение результативности коммуникаций	Специализированный контент, несовершенство применяемых устройств

На текущий момент времени, компания VE Group выделяет четыре типа систем виртуальной реальности, как самые востребованные [3]:

VE HMD – один из типов систем виртуальной реальности, полноценное решение которого реализуется на базе шлема виртуальной реальности. Чаще всего, данную систему используют для визуализации дизайна, а также для обучения персонала и их поведенческих исследований.

VE CADWall является проекционной стереоскопической системой, включающую в себя один широкий экран. Размер экрана может достигать десять метров или больше, а разрешение – несколько миллионов пикселей.

В данном типе системы, перемещение человека перед виртуальной «сценой» отслеживает система интерактивного взаимодействия, а костюм и перчатки виртуальной реальности позволяют взаимодействовать с виртуальными объектами.

VE CAVE – это тип системы, в который входит комната виртуальной реальности. Эта комната представляет собой многогранную проекционную систему. Она позволяет одновременно нескольким пользователям манипулировать сложными 3D-моделями в масштабе 1:1.

Этот тип состоит из системы интерактивного взаимодействия, которая отслеживает положение человека в виртуальном пространстве, и из устройства обратной тактильной связи [4].

VE Panorama является, как следует из названия, панорамной системой визуализации, которая имеет цилиндрический экран (до 180 градусов). Разрешение такого экрана достигает несколько миллионов пикселей. Этот тип системы обеспечивает достаточный уровень погружения, интерактивности, а также более наглядные презентации.

Примеров применения технологий VR и AR в промышленности, а именно там, где необходимо работать с трехмерными данными, уже достаточно.

К примеру, американская корпорация General Motors стала одной из первых, кто решился на эксперимент по использованию виртуальной реальности. Созданный корпорацией центр виртуальной реальности (Детройт, 1994 год) обошелся в 5 миллионов долларов, а полученная экономия при разработке составила около 80 миллионов долларов.

Следующими центрами виртуальной реальности, после General Motors, стали Volkswagen и Ford. Компания Ford признала, что внедрение систем виртуальной реальности

в их дизайнерских центрах (в Германии и Великобритании) позволило сократить время разработки нового автомобиля почти в 2 раза (с 42 месяцев до 24).

Используя технологий VR, компания Norsk Hydro привела к сокращению (до 90%) общего времени проектирования горизонтальных скважин. Вследствие этого, компания разработала более аккуратное планирование и существенно увеличила нефтедобычи, которые раньше проектировались с применением обычного программного обеспечения.

В качестве примеров реализованных в России можно привести АО «Росатом» и ОАО «ЦТСС».

Для того чтобы обеспечить эффективность строительства энергоблоков атомной электростанции, АО «Росатом» были необходимы инструменты, позволяющие проводить детальное моделирование плана производства работ.

Инструментом достижения такой цели стал тип системы виртуальной реальности как VE CADWall (рис.1), о котором упоминалось ранее. В VR-систему была дополнительно введена система для проведения конференций и совещаний.

В настоящее время, производство использует данную систему для обслуживания и контроля за процессом строительства атомной электростанции, а также для обучения персонала и проведения презентаций.

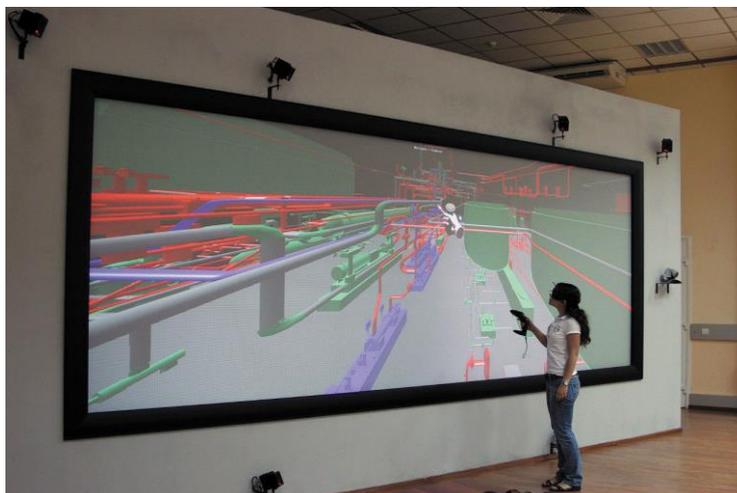


Рис. 1. Система виртуальной реальности VE CADWall для АО «Росатом»

Компания ОАО «ЦТСС» (ведущий научно-технологический центр судостроения и судоремонта) является первым центром виртуальной реальности в области отечественного судостроения. Благодаря введению новых технологий, они смогли находить быстрое решения и оригинальные подходы к таким задачам, как:

- отработка технологий монтажа и демонтажа оборудования, включая при этом использование электронных манекенов;
- анализ на оптимальность размещения трубопроводов, а также элементов систем вентиляции и оборудования в помещениях;
- более наглядное представление заказчикам результатов работ;
- обеспечение «виртуальных прогулок» по моделям изделий, объектов и производств;

Для создания Центра виртуальных исследований ОАО «ЦТСС» выделялись финансы в рамках Федеральной целевой программы «Развитие гражданской морской техники», но не обошлось без собственных средств организации.

Центр виртуальной реальности представляет собой CAVE (рис.2).

Из выше сказанного можно сделать вывод, что технологии виртуальной реальности следует рассматривать, как новое поколение человеко-машинного интерфейса, в котором зрительные, слуховые, осязательные и моторные ощущения, испытываемые человеком, заменяются их имитациями, которые генерируются с помощью компьютера.



Рис. 2. Центр виртуальных исследований ОАО «ЦТСС»

Несмотря на то, что точная оценка экономической эффективности принятого решения почти невозможна, следует учитывать, что цена ошибки может равняться рухнувшему бизнесу. Поэтому применение данных технологий абсолютно актуально.

### Литература

1. Ленсу Я.Ю. На пути к виртуальной реальности (из истории зарождения представления о виртуальной реальности): Научная статья. – Минск.: Учреждение образования "Минский инновационный университет, 2014.
2. Иванова А.В. Технологии виртуальной и дополненной реальности: возможности и препятствия применения: Текст научной статьи по специальности «Организация и управление». – Журнал Стратегические решения и риск-менеджмент, 2018.
3. Вигер И. Виртуальная реальность в промышленности: Статья. - Control Engineering Россия Октябрь 2016
4. Таев В.А. Контроль, оцифровка и обработка изображений сложных пространственных деталей в машиностроении: Методические указания. – Владимир.: «Владимирский государственный университет имени А. Г. и Н. Г. Столетова», 2015.

УДК 62.5

## **Разработка и настройка нечеткой системы автоматического управления для сушильной камеры на АО «Группа «Илим» филиала в г. Братске**

В.Д. Тарасенко

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** нечеткий регулятор, нечеткая система управления, база правил.

*В качестве исследуемого объекта выбрали систему автоматического управления температуры воздуха в сушильной камере на АО «Группа «Илим» филиала в г. Братске. В работе провели настройку ПИИ-регулятора, получили переходную характеристику данного объекта с помощью программного обеспечения Matlab Simulink, рассчитали его параметры качества. Далее разработали и настроили нечеткую систему управления для исследуемого объекта. Для нее построили переходную характеристику в Matlab Simulink и рассчитали параметры качества. Провели сравнительный анализ нечеткой системы управления с аналогичной системой с ПИИ-регулятором. Сделали вывод о качестве регулирования с помощью разных методов управления.*

В последнее время в теории искусственного интеллекта и системах автоматизированного управления получают широкое распространение нечеткие алгоритмы

регулирования [1]. Нечеткие регуляторы, построенные на основе нечетких множеств и нечеткой логики, в условиях неопределенности возмущающих воздействий, способны обеспечить более высокие показатели качества переходных процессов по сравнению с традиционными регуляторами. Используя опыт, интуицию и знания эксперта – оператора, возможно оптимизировать сложные объекты регулирования без всесторонних исследований по разработке классических математических моделей [2].

Задача создания базы знаний для нечеткого регулятора представляет собой одну из ключевых при построении нечеткой системы регулирования. Для ее решения используются разные методы: интервьюирование группы операторов, фиксирование решений, принимаемых оператором в различных ситуациях при дистанционном или ручном регулировании, анализ желаемой траектории переходного процесса и т.д. [3].

Можно выделить три особенности нечёткого управления:

1) Первая заключается в том, что правила нечёткого управления, будучи условными высказываниями типа «если-то» являются логическими. Использование правил осуществляется через механизм логических выводов.

2) Вторая особенность – параллельное управление.

3) Третья особенность нечёткого управления состоит в том, что появляется возможность организовать управление в форме диалога с оператором, поскольку правила управления записываются словами в виде выражений «если-то» [4].

Для выбранного объекта была разработана система нечеткого управления и представлена в виде следующей передаточной функции, полученной методами, представленными в работах [5-9]:

$$W(p) = \frac{100 \cdot e^{-1,00p}}{0,68 p^2 + 1,6 p + 1}$$

Произвели настройку ПИ-регулятора с помощью Simulink (рис.1).

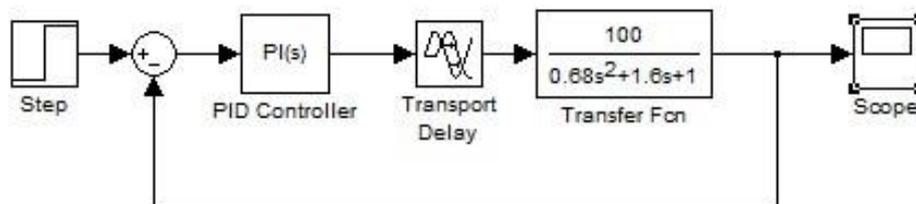


Рис. 1. Структурная схема системы с ПИ-регулятором

В результате получили переходную характеристику, представленную на рисунке 2.

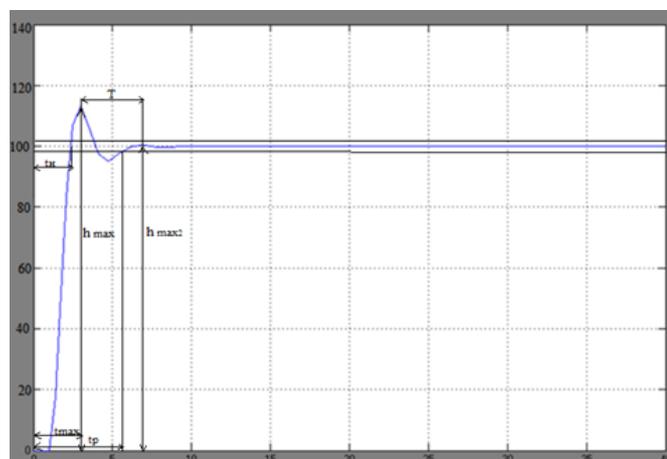


Рис. 2. Переходная характеристика системы с ПИ-регулятором

Время переходного процесса 5,8 мин.; перерегулирование 14 %; число колебаний  $n=1$ ; колебательность переходного процесса 88,59 %; частота колебаний 1,57; время

достижения первого максимума 3 мин.; время нарастания переходного процесса 2 мин.; степень затухания 0,114.

Нечеткая система автоматического регулирования имеет два входа (отвечающих за пропорциональную и интегральную составляющую) и один выход. Нечеткая база правил будет определяться на основании таблицы, представленной ниже.

Таблица 1

Лингвистические правила для ПИ-подобного fuzzy-регулятора

$\begin{matrix} \epsilon \\ \Delta\epsilon \end{matrix}$	NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
NB	NB	NB	NB	NB	NM	NS	ZE
NM	NB	NB	NB	NM	NS	ZE	PS
NS	NB	NB	NM	NS	ZE	PS	PM
ZE	NB	NM	NS	ZE	PS	PM	PB
PS	NM	NS	ZE	PS	PM	PB	PB
PM	NS	ZE	PS	PM	PB	PB	PB
PB	ZE	PS	PM	PB	PB	PB	PB

Составили структурную схему системы автоматического регулирования с нечетким регулятором (рис.3).

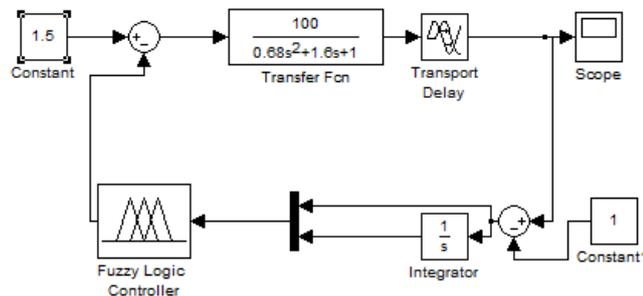


Рис. 3. Модель одноконтурной системы автоматического регулирования с нечетким регулятором

Настройку системы произвели с помощью пакета Fuzzy Logic Toolbox (рис.4-7).

Выбираем тип системы – Мамдани, задаем два входа (x1, x2) и один выход (y). Входы системы соответствуют пропорциональной и интегральной составляющим.

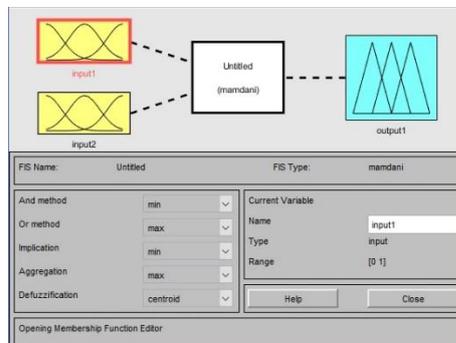


Рис. 4. Задание входных и выходных переменных для нечеткого регулятора.

Диапазон первой входной переменной x1 определяется на промежутке [-k1;k1] и равен [-0,0153 0,0153].

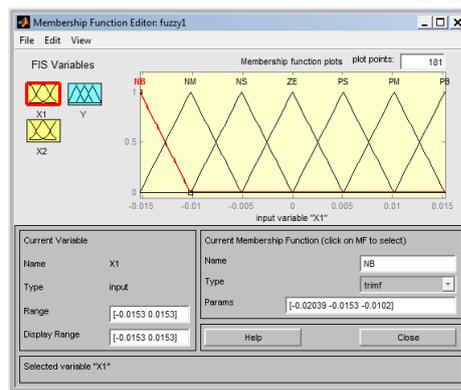


Рис. 5. Переменная x1 для нечеткого регулятора

Диапазон второй входной переменной x2 определяется на промежутке  $[-k_0;k_0]$  и равен  $[-0,0219 0,0219]$ .

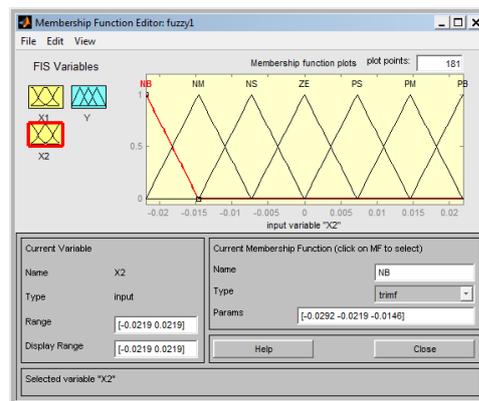


Рис. 6. Переменная x2 для нечеткого регулятора

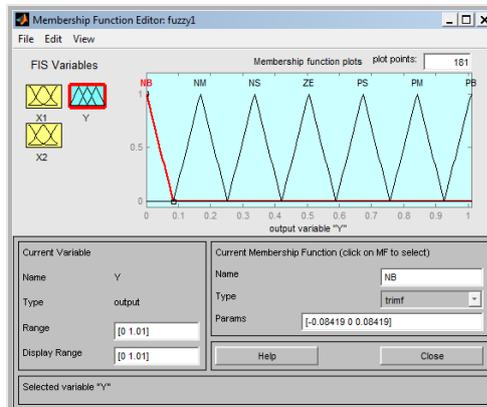


Рис. 7. Диапазон выходной переменной Y

Сформировали базу правил на основе таблицы 1 (рис.8).

1. If (input1 is NB) and (input2 is NB) then (output1 is NB) (1)
2. If (input1 is NB) and (input2 is NM) then (output1 is NB) (1)
3. If (input1 is NB) and (input2 is NS) then (output1 is NB) (1)
4. If (input1 is NB) and (input2 is ZE) then (output1 is NB) (1)
5. If (input1 is NB) and (input2 is PS) then (output1 is NM) (1)
6. If (input1 is NB) and (input2 is PM) then (output1 is NS) (1)
7. If (input1 is NB) and (input2 is PB) then (output1 is ZE) (1)
8. If (input1 is NM) and (input2 is NB) then (output1 is NB) (1)
9. If (input1 is NM) and (input2 is NM) then (output1 is NB) (1)
10. If (input1 is NM) and (input2 is NS) then (output1 is NB) (1)
11. If (input1 is NM) and (input2 is ZE) then (output1 is NM) (1)
12. If (input1 is NM) and (input2 is PS) then (output1 is NS) (1)
13. If (input1 is NM) and (input2 is PM) then (output1 is ZE) (1)
14. If (input1 is NM) and (input2 is PB) then (output1 is PS) (1)
15. If (input1 is NS) and (input2 is NB) then (output1 is NB) (1)
16. If (input1 is NS) and (input2 is NM) then (output1 is NB) (1)
17. If (input1 is NS) and (input2 is NS) then (output1 is NB) (1)
18. If (input1 is NS) and (input2 is ZE) then (output1 is NM) (1)
19. If (input1 is NS) and (input2 is PS) then (output1 is NS) (1)
20. If (input1 is NS) and (input2 is PM) then (output1 is ZE) (1)
21. If (input1 is NS) and (input2 is PB) then (output1 is PS) (1)
22. If (input1 is ZE) and (input2 is NB) then (output1 is NB) (1)
23. If (input1 is ZE) and (input2 is NM) then (output1 is NM) (1)
24. If (input1 is ZE) and (input2 is NS) then (output1 is NB) (1)
25. If (input1 is ZE) and (input2 is ZE) then (output1 is ZE) (1)
26. If (input1 is ZE) and (input2 is PS) then (output1 is NM) (1)
27. If (input1 is ZE) and (input2 is PM) then (output1 is NS) (1)
28. If (input1 is ZE) and (input2 is PB) then (output1 is ZE) (1)
29. If (input1 is PS) and (input2 is NB) then (output1 is NM) (1)
30. If (input1 is PS) and (input2 is NM) then (output1 is ZE) (1)
31. If (input1 is PS) and (input2 is NS) then (output1 is PS) (1)
32. If (input1 is PS) and (input2 is ZE) then (output1 is NM) (1)
33. If (input1 is PS) and (input2 is PS) then (output1 is PM) (1)
34. If (input1 is PS) and (input2 is PM) then (output1 is PB) (1)
35. If (input1 is PS) and (input2 is PB) then (output1 is PB) (1)
36. If (input1 is PM) and (input2 is NB) then (output1 is NS) (1)
37. If (input1 is PM) and (input2 is NM) then (output1 is ZE) (1)
38. If (input1 is PM) and (input2 is NS) then (output1 is PS) (1)
39. If (input1 is PM) and (input2 is ZE) then (output1 is PM) (1)
40. If (input1 is PM) and (input2 is PS) then (output1 is PB) (1)
41. If (input1 is PM) and (input2 is PM) then (output1 is PB) (1)
42. If (input1 is PM) and (input2 is PB) then (output1 is PB) (1)
43. If (input1 is PB) and (input2 is NB) then (output1 is ZE) (1)
44. If (input1 is PB) and (input2 is NM) then (output1 is PS) (1)
45. If (input1 is PB) and (input2 is NS) then (output1 is PM) (1)
46. If (input1 is PB) and (input2 is ZE) then (output1 is PB) (1)
47. If (input1 is PB) and (input2 is PS) then (output1 is PB) (1)
48. If (input1 is PB) and (input2 is PM) then (output1 is PB) (1)
49. If (input1 is PB) and (input2 is PB) then (output1 is PB) (1)

Рис. 8. База правил для нечеткого регулятора

В результате итоговая переходная характеристика имеет вид (рис.9):

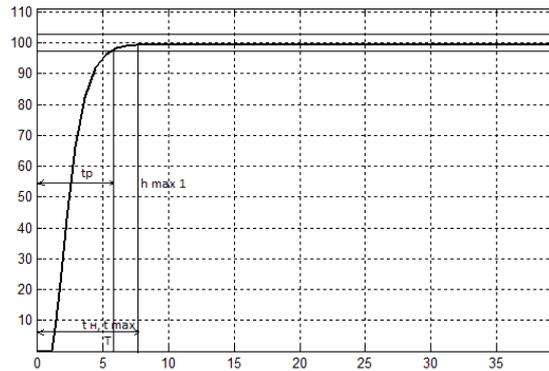


Рис. 9. Итоговая переходная характеристика

Определили параметры качества нечеткого регулятора:

Время переходного процесса 5,8 мин.; перерегулирование 0 %; число колебаний 0; колебательность переходного процесса 100 %; частота колебаний 0,84; время достижения первого максимума 7,5 мин.; время нарастания переходного процесса 7,5 мин.; степень затухания 0.

Таким образом, разработали систему автоматического управления с нечетким регулятором. Сравнили ее с аналогичной системой с ПИ-регулятором, определили, что система с нечетким регулятором обладает лучшими параметрами качества по сравнению с системой с ПИ-регулятором. Обе системы являются астатическими.

Оптимальным является процесс, полученный путем моделирования одноконтурной системы автоматического регулирования с ПИ-подобным fuzzy-регулятором в среде MATLAB при  $C1=0,0153$ ;  $C0=0,0219$ ; так как модель не имеет перерегулирования, а также имеет значение колебательности выше, и степень затухания ниже чем в остальных случаях.

### Литература

1. Григорьева Т.А., Толубаев В.Н. Выбор программируемых контроллеров в современном производстве//Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2014. Т. 1. С. 269-271.
2. Григорьева Т.А., Толубаев В.Н. Система сбора и представления информации об учете энергоресурсов //Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2006. Т. 2. С. 73-75.
3. Григорьева Т.А., Толубаев В.Н. Выбор программируемых контроллеров в современном производстве//Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2015 Т. 1. С. 75-77.
4. Григорьева Т.А., Патрусова А.М. Моделирование динамических процессов в печи обжига металла// Наука и современность. 2014. № 28. С.167-171.
5. Григорьева Т.А., Толубаев В.Н. Выбор преобразователей температуры в современных системах автоматического регулирования//Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2015 Т. 1. С. 150-153.
6. Дойников, А. Н., Григорьева Т.А. Анализ динамических свойств и синтез моделей электроэнергетических систем по режимным частотным характеристикам//Информационные технологии и проблемы математического моделирования сложных систем. -Иркутск: ИИТМ ИрГУПС, 2005.-С. 91 -102.
7. Григорьева Т.А. Управление динамическими свойствами в теплоэнергетических системах //Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2010. Т. 1. С. 54-58.
8. Григорьева Т.А., Патрусова А.М. Проблемы управления динамическими свойствами промышленных объектов//Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2013. Т. 2. С. 210-213.

9. Григорьева Т.А., Толубаев В.Н. Автоматизированные системы управления на базе ПТК «ТЕКОН» //Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2014. Т. 1. С. 271-274.

УДК 004.942

## **Разработка модели производства алюминиевой катанки**

Н.Л. Ефанов

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** технологический процесс, математическая модель, С-граф, структурная схема, автоматический системы управления.

*В статье излагается и обосновываются теоретические основы топологического метода моделирования многосвязных объектов, где поведение сложной системы во многом определяется самой структурой системы. При моделировании сложных объектов аппарат теории графов является наиболее приемлемым, поскольку позволяет наглядно описать структуру системы. Выбор этого метода обусловлен необходимостью исследования влияния изменений входных параметров процесса на выходные параметры. На основе представленной модели появляется возможность получить конструкцию прокатного стана алюминиевой катанки с заданными начальными ограничениями на размеры стана или необходимого расхода энергии на изменение сечения заготовки, а также получения оптимальной конструкции стана.*

В процессе изучения технологического процесса функционирования прокатного стана были выделены технические характеристики, которые можно представить в виде следующих параметров:  $V_1$  - скорость подачи заготовки на входе,  $t_1$  - начальная температура заготовки,  $S_1$  - начальное сечение заготовки,  $f$  - коэффициент вытяжки,  $n$  - количество клетей,  $V$  - скорость заготовки на выходе,  $t$  - температура заготовки на выходе,  $S$  - сечение заготовки после прохождения  $n$ -ой клетки,  $L$  - общая длина стана из  $n$  клетей,  $E$  - общая энергия, затраченная на прохождение  $n$ -клетей,  $V_2$  - скорость заготовки после прохождения 1-ой клетки,  $t_2$  - температура заготовки после обжатия,  $t_3$  - температура после охлаждения, перед прохождением 2-ой клетки,  $\Delta S$  - уменьшение сечения заготовки,  $S_2$  - сечение заготовки после обжатия,  $q$  - удельный тепловой поток,  $L_1$  - расстояние между клетями,  $E_1$  - энергия затраченная на обжатие в одной клетки.

Анализ взаимосвязи параметров, влияющих на технологический процесс производства алюминиевой катанки, позволил изобразить зависимость этих параметров в виде функциональной схемы, изображенной на (рис.1).

Вершинами являются параметры объекта, ребра характеризуют наличие функциональных связей между параметрами и их направление. Параметры управления выбираются из условия получения оптимальных значений выходных параметров. Для получения математической модели строим структурную схему объекта управления.

На основе результатов анализа работы прокатного стана и построенной функциональной схемы получаем структурную схему, которая представлена на (рис. 2). Входными сигналами являются:  $X_1$  - скорость заготовки на входе ( $V_1$ , м/с);  $X_2$  - температура заготовки на входе ( $t_1$ , °C);  $X_3$  - начальное сечение ( $S_1$ , м2);  $X_4$  - коэффициент вытяжки ( $f$ , Мпа);  $X_5$ - количество клетей ( $n$ ).

Выходные сигналы  $X_{12}$ ,  $X_{13}$ ,  $X_{14}$ ,  $X_{15}$ ,  $X_{16}$  отражают результат изменения технологического процесса на данном участке прокатного стана. Выходные сигналы должны отвечать следующим требованиям:  $X_{12}$ , соответствующий ( $V_n$ , м/с) скорости заготовки на выходе из клетки, - должен быть максимальным; сигнал  $X_{13}$ , равный ( $t_n$ , °C) при

входе в очередную клетку, - заданная величина, берется из таблицы. Значения сигналов  $X_{14}$ ,  $X_{15}$ ,  $X_{16}$ , соответствующие  $(S_n, m2)$ ,  $(L, m)$  и  $(E, Дж)$ , должны иметь минимальное значение на выходе.

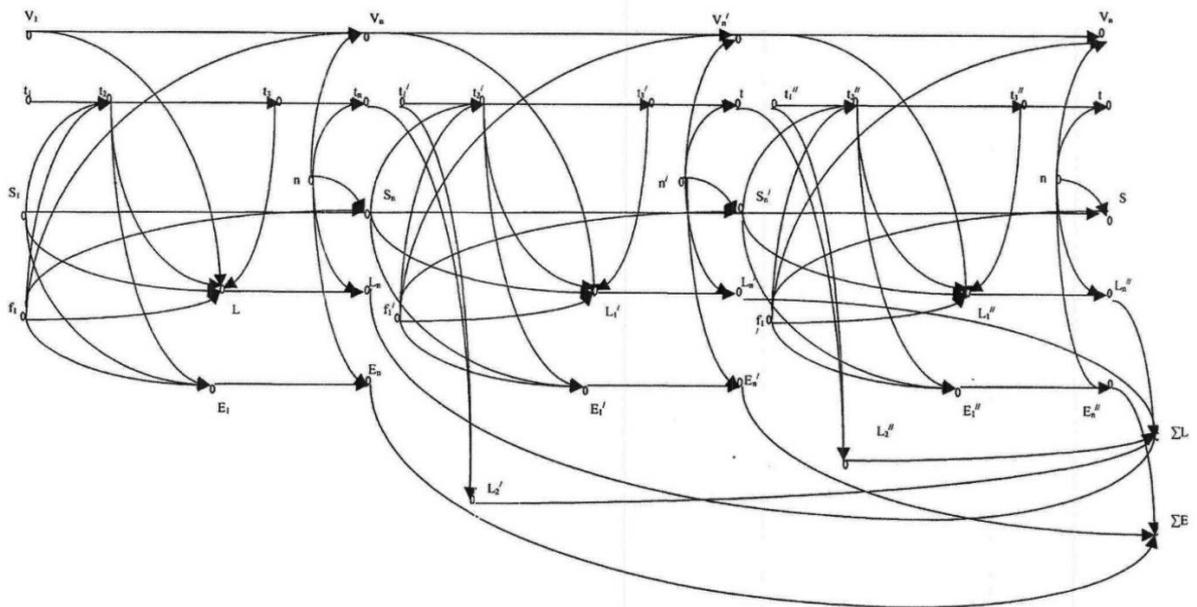


Рис. 1 Функциональная схема процесса прокатки алюминия

Передаточные функции:  $W_{(1)}$  по  $W_{(29)}$  - известные величины, найденные расчетным путем или в результате эксперимента.

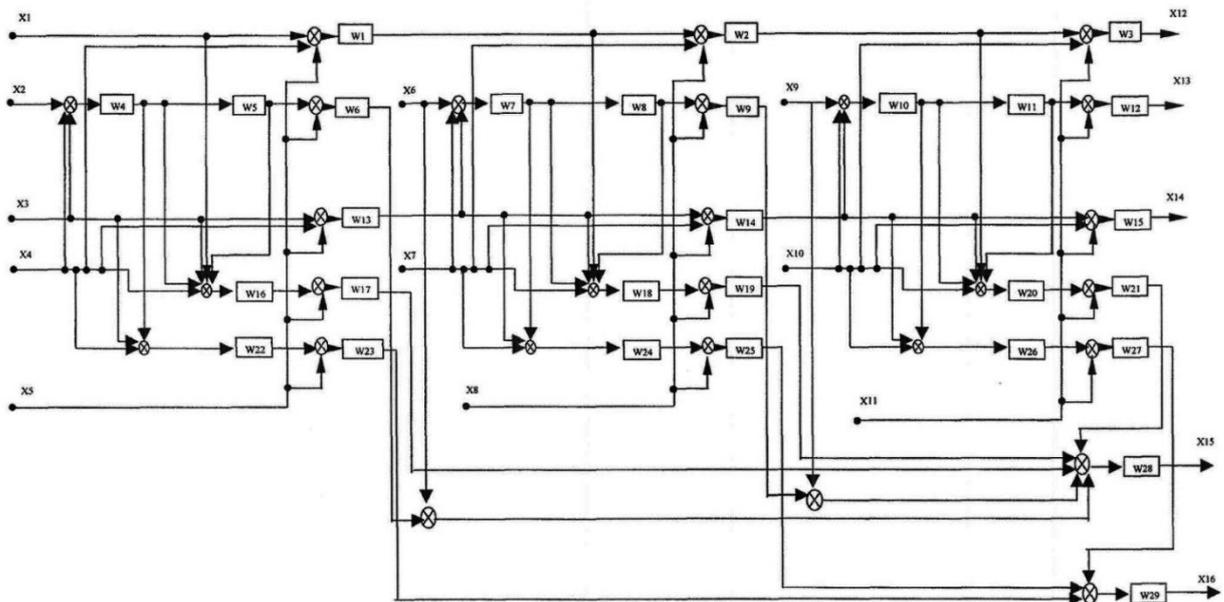


Рис. 2 Структурная схема технологического процесса

Строим структурный граф объекта, узлами которого являются передаточные функции объекта управления, ветвями - параметрами (рис.3). В качестве структуры, описывающей топологию объекта, выбран С-граф по следующим причинам:

- отражает причинно следственные связи между переменными сигналами системы  $X_i$ ;
- явно присутствуют операторы преобразования - вершины  $W_j$ ;
- задан вход и выход системы, разделены узлы ветвления и суммирования.

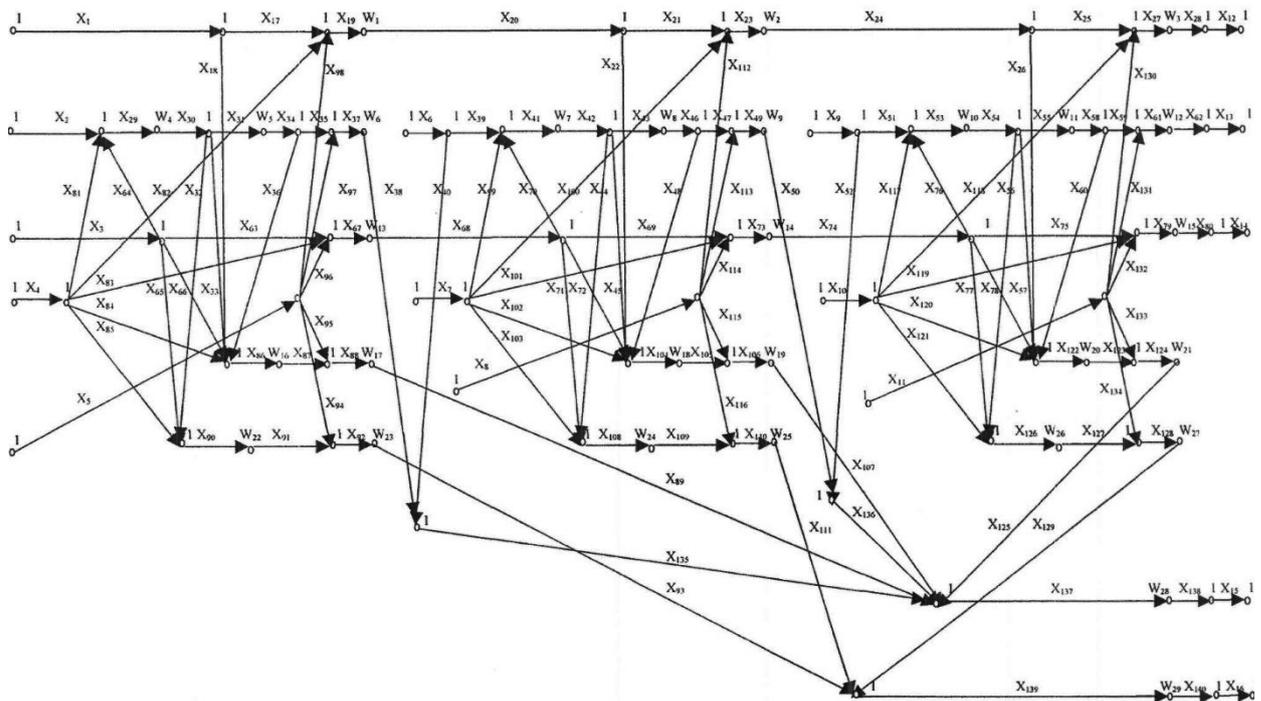


Рис. 3 С-граф объекта

В С-графе различают два типа узлов: операторные узлы, соответствующие функциональным элементам структурной схемы. Единичные узлы разделяются: на узлы 1-го рода-элементы суммирования структурной схемы, узлы 2-го рода - точки ветвления; узлы 3-го рода - операторы с единичной передачей.

Данное разделение узлов на типы и сведение с помощью правил преобразования к трем видам необходимо для реализации формализованной методики построения математической модели объекта по С-графу.

Методика построения матричного уравнения по С-графу состоит из формирования двух матриц - матрицы компонент В и матрицы структуры А [1].

Матричное уравнение С-графа имеет вид:

$$A \cdot B \cdot X_{bx} = 0 \text{ или } H \cdot X_{bx} = 0, \quad (1)$$

где  $H = A \cdot B$ . Полученное уравнение (1) полностью отражает структуру графа, представляет собой математическую модель объекта и имеет размерность (111x100). С целью снижения размерности пространства исследования проведено понижение порядка матричного уравнения, которое базируется на представлении исходного уравнения в виде блочных матриц:

$$H = \begin{bmatrix} H_1 & H_2 \\ H_3 & H_4 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \end{bmatrix} = 0$$

Исключая из этой системы  $X_2$ , получим  $[H_3 - H_4 \cdot H_2^{-1} \cdot H_1] \cdot X_1 = 0$  [1].

Условием решения уравнения будет существование квадратной блочной подматрицы  $H_2$  с отличным от нуля определителем  $\det H_2 \neq 0$ .

В результате проведенного понижения получим матрицу исследуемого объекта  $H_5$  размерностью 8x19. Модель  $H_5 \cdot X_{bx} = 0$  послужит теоретической основой эксперимента для нахождения оптимальных значений параметров прокатного стана.

На основе полученной математической модели прокатного стана определены математические модели для выходных параметров технологического процесса.

$$\begin{aligned}
 X_{12} &= X_1 \cdot W_3 \cdot W_2 \cdot W_1 + X_4 \cdot W_3 \cdot W_2 \cdot W_1 + X_5 \cdot W_3 \cdot W_2 \cdot W_1 + X_7 \cdot W_3 \cdot W_2 + X_8 \cdot W_3 \cdot W_2 + X_{10} \cdot W_3 + X_{11} \cdot W_3 \\
 X_{13} &= X_{11} \cdot W_{12} + X_7 \cdot W_{12} \cdot W_{11} \cdot W_1 \cdot W_{14} + X_8 \cdot W_{14} \cdot W_{12} \cdot W_{11} \cdot W_1 + X_9 \cdot W_{12} \cdot W_{11} \cdot W_1 + X_{10} \cdot W_{12} \cdot W_{11} \cdot W_1 + X_3 \cdot \\
 &\cdot W_{14} \cdot W_{13} \cdot W_{12} \cdot W_{11} \cdot W_1 + X_4 \cdot W_{14} \cdot W_{13} \cdot W_{12} \cdot W_{11} \cdot W_1 + X_5 \cdot W_{14} \cdot W_{13} \cdot W_{12} \cdot W_{11} \cdot W_1 \\
 X_{14} &= X_7 \cdot W_{15} \cdot W_{14} + X_8 \cdot W_{15} \cdot W_{14} + X_{10} \cdot W_{15} + X_{11} \cdot W_{15} + X_3 \cdot W_{15} \cdot W_{14} \cdot W_{13} + X_4 \cdot W_{15} \cdot W_{14} \cdot W_{13} + \\
 &+ X_5 \cdot W_{15} \cdot W_{14} \cdot W_{13} \\
 X_{15} &= X_1 (W_{28} \cdot W_{17} \cdot W_{16} + W_{28} \cdot W_{19} \cdot W_{18} \cdot W_1) \cdot W_2 \cdot W_2 \cdot W_1 \cdot W_{28} \cdot W_{21} + X_2 \cdot W_{28} \cdot W_6 \cdot W_5 \cdot W_4 + \\
 &+ W_{28} \cdot W_{17} \cdot W_{16} \cdot (1 + W_5) \cdot W_4 + X_3 \cdot ((W_{28} \cdot W_{17} \cdot W_{16} + W_{28} \cdot W_6 \cdot W_5 \cdot W_4 + \\
 &+ W_{28} \cdot W_{17} \cdot W_{16} \cdot (1 + W_5) \cdot W_4) \cdot W_{14} \cdot W_{13} \cdot W_{28} \cdot W_{21} + (W_{28} \cdot W_{19} \cdot W_{18} \cdot W_{13} + (W_{28} \cdot W_{19} \cdot W_{18} \cdot (1 + W_8) \cdot W_7 - \\
 &- W_{28} \cdot W_9 \cdot W_8 \cdot W_7) \cdot W_{13}) \cdot W_2 \cdot W_{14} \cdot W_{13} \cdot W_{28} \cdot W_{21}) + X_4 \cdot (W_{28} \cdot W_{17} \cdot W_{16} + W_{28} \cdot W_6 \cdot W_5 \cdot W_4 + \\
 &+ W_{28} \cdot W_{17} \cdot W_{16} \cdot (1 + W_5) \cdot W_4 + W_{28} \cdot W_{19} \cdot W_{18} \cdot W_1) + (W_{28} \cdot W_{19} \cdot W_{18} \cdot W_{13} + (W_{28} \cdot W_{19} \cdot W_{18} \cdot (1 + W_8) \cdot W_7 - \\
 &- W_{28} \cdot W_9 \cdot W_8 \cdot W_7) \cdot W_{13}) + W_2 \cdot W_1 \cdot W_{28} \cdot W_{21} + W_{14} \cdot W_{13} \cdot W_{28} \cdot W_{21} + W_2 \cdot W_{14} \cdot W_{13} \cdot W_{28} \cdot W_{21}) + \\
 &+ X_5 \cdot (W_{28} \cdot W_{17} + W_{28} \cdot W_6 + W_{28} \cdot W_{19} \cdot W_{18} \cdot W_1) + W_{28} \cdot W_{19} \cdot W_{18} \cdot W_{13} + (W_{28} \cdot W_{19} \cdot W_{18} \cdot (1 + W_8) \cdot W_7 - \\
 &- W_{28} \cdot W_9 \cdot W_8 \cdot W_7) \cdot W_{13}) + W_2 \cdot W_2 \cdot W_1 \cdot W_{28} \cdot W_{21} + W_{14} \cdot W_{13} \cdot W_{28} \cdot W_{21} + W_2 \cdot W_{14} \cdot W_{13} \cdot W_{28} \cdot W_{21}) + \\
 &+ X_6 \cdot (W_{28} + W_{28} \cdot W_{19} \cdot W_{18} \cdot (1 + W_8) \cdot W_7 - W_{28} \cdot W_9 \cdot W_8 \cdot W_7) + X_7 \cdot (W_{28} \cdot W_{19} \cdot W_{18} + \\
 &+ W_{28} \cdot W_{19} \cdot W_{18} \cdot (1 + W_8) \cdot W_7 - W_{28} \cdot W_9 \cdot W_8 \cdot W_7) + W_{28} \cdot W_{21} \cdot (W_2 \cdot W_2 + W_2 \cdot W_{14}) + \\
 &+ W_{14} \cdot W_2 \cdot W_{28} \cdot W_{21} \cdot (1 + W_{11}) \cdot W_1) + X_8 \cdot (W_{28} \cdot W_{19} \cdot W_{28} \cdot W_9 + W_{28} \cdot W_{21} \cdot (W_2 \cdot W_2 + W_2 \cdot W_{14}) + \\
 &+ W_{14} \cdot W_2 \cdot W_{28} \cdot W_{21} \cdot (1 + W_{11}) \cdot W_1) + X_9 \cdot W_{28} + (W_{28} \cdot W_{19} \cdot W_{18} \cdot W_{13} + \\
 &+ X_9 \cdot (W_{28} + W_2 \cdot W_{28} \cdot W_{21} \cdot (1 + W_{11}) \cdot W_1) + (W_{28} \cdot W_{19} \cdot W_{18} \cdot W_{13}) + X_{10} \cdot (W_2 \cdot W_{28} \cdot W_{21} \cdot (1 + W_{11}) \cdot W_1 + \\
 &+ W_2 \cdot W_{28} \cdot W_{21}) + X_{11} \cdot W_{28} \cdot W_{21} \\
 X_{16} &= X_2 \cdot W_{29} \cdot W_{23} \cdot W_{22} \cdot W_4 + X_3 \cdot (W_{29} \cdot W_{23} \cdot W_{22} + W_{29} \cdot W_{23} \cdot W_{22} \cdot W_4 + W_{14} \cdot W_{13} \cdot W_{29} \cdot W_{27} \cdot W_{26} \cdot W_1 + \\
 &+ W_{29} \cdot W_{25} \cdot W_{24} \cdot W_7 \cdot W_{13} + W_{29} \cdot W_{25} \cdot W_{24} \cdot W_7 \cdot W_{29} \cdot W_{27} \cdot W_{26} \cdot W_{14} \cdot W_{13}) + X_4 \cdot (W_{29} \cdot W_{23} \cdot W_{22} + \\
 &+ W_{29} \cdot W_{23} \cdot W_{22} \cdot W_4 + W_{14} \cdot W_{13} \cdot W_{29} \cdot W_{27} \cdot W_{26} \cdot W_1 + W_{29} \cdot W_{25} \cdot W_{24} \cdot W_7 \cdot W_{13} + \\
 &+ W_{29} \cdot W_{25} \cdot W_{24} \cdot W_7 \cdot W_{29} \cdot W_{27} \cdot W_{26} \cdot W_{14} \cdot W_{13}) + X_5 \cdot (W_{29} \cdot W_{23} + W_{14} \cdot W_{13} \cdot W_{29} \cdot W_{27} \cdot W_{26} \cdot W_1 + \\
 &+ W_{29} \cdot W_{25} \cdot W_{24} \cdot W_7 \cdot W_{13} + W_{29} \cdot W_{25} \cdot W_{24} \cdot W_7 \cdot W_{29} \cdot W_{27} \cdot W_{26} \cdot W_{14} \cdot W_{13}) + X_6 \cdot W_{29} \cdot W_{27} \cdot W_{26} \cdot W_{14} + \\
 &+ X_7 \cdot (W_{29} \cdot W_{25} \cdot W_{24} + W_{29} \cdot W_{25} \cdot W_{24} \cdot W_7 + W_{29} \cdot W_{27} \cdot W_{26} \cdot W_{14} \cdot W_{14} \cdot W_{29} \cdot W_{27} \cdot W_{26} \cdot W_1) + \\
 &+ X_8 \cdot (W_{29} \cdot W_{25} + W_{29} \cdot W_{27} \cdot W_{26} \cdot W_{14} + W_{14} \cdot W_{29} \cdot W_{27} \cdot W_{26} \cdot W_1) + X_{10} \cdot (W_{29} \cdot W_{27} \cdot W_{26} + \\
 &+ W_{29} \cdot W_{27} \cdot W_{26} \cdot W_1) + X_{11} \cdot W_{29} \cdot W_{27} + X_9 \cdot W_{29} \cdot W_{27} \cdot W_{26} \cdot W_1
 \end{aligned}$$

Рис. 4 Система уравнений выходных параметров

где  $X$  – параметры технологического процесса;  
 $W$  – операторы технологического процесса.

Выбор этого метода обусловлен необходимостью исследования влияния изменений входных параметров процесса на выходные. На основе такой модели появится возможность получить конструкцию прокатного стана с заданными начальными ограничениями на размеры стана или необходимого расхода энергии на изменение сечения заготовки, а также получения оптимальной конструкции стана.

### Литература

1. Алпатов Ю.Н. Синтез систем управления методом структурных графов: Изд-во Иркутского ун-та, 1988. - 183 с.

## Информационные системы и технологии

УДК 004.43

### Современные информационные технологии в научных исследованиях

В.Ю. Чупин, Д.Б. Горохов

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** информационные технологии, машинное обучение, Python, Java.

*В статье приводится обзор современных информационных технологий, применяемых в научных исследованиях. Было дано определение научно-исследовательского приложения, а также отмечена важность использования машинного обучения. На основании представленной информации выявлены наиболее подходящие языки программирования для написания научно-исследовательского приложения, использующего машинное обучение. Приведено распределение информационных технологий, таких как: web-технологии, мобильные технологии, машинное обучение, компьютерные сети, Data Science (в особенности инструменты и методы для обработки больших наборов данных, называемых Big Data, и Data Mining – технология выявления скрытых, ранее неизвестных данных), управление базами данных, статистический анализ и разработка клиентских десктоп-приложений по современным языкам программирования Java, Python и JavaScript, которые позволяют обеспечить кроссплатформенные решения.*

Одним из важных аспектов развития современных информационных технологий является разработка и использование информационных ресурсов. Информационные ресурсы могут применяться для решения различных научных и прикладных задач: от поиска необходимой информации до задач анализа статистических данных.

На текущий момент в научных исследованиях огромную роль играет машинное обучение, являющееся разделом искусственного интеллекта. Идея машинного обучения заключается в том, что система самообучается для решения задач, а не использует заранее подготовленный алгоритм.

Исходя из того, что научно-исследовательское приложение использует машинное обучение, можно выделить следующие разделы современных информационных технологий, которые могут применяться при разработке такого приложения (рис. 1).



Рис. 1. Современные технологии, используемые для разработки научно-исследовательского приложения

За последние несколько десятилетий было проведено множество исследований и обсуждений, какой язык является лучшим для разработки приложений, связанных с машинным обучением. В 2017 году кампания VisionMobile выпустила отчет из серии Developer Economics: State of the Developer Nation [1]. Он основан на крупнейшем опросе разработчиков по всему миру, количество участников составило около 22 тысяч человек.

Один из опросов был посвящен популярности, преимуществам, недостаткам различных языков программирования в области машинного обучения, а также причинам выбора того или иного языка (таблица 1).

Таблица 1

Результаты опроса популярности языков программирования  
в области машинного обучения

Python	C/C++	Java	R	JavaScript
Популярность				
Пользуются: 57% Приоритет: 33%	Пользуются: 43% Приоритет: 19%	Пользуются: 41% Приоритет: 16%	Пользуются: 31% Приоритет: 5%	Пользуются: 28% Приоритет: 7%
Область применения				
1. Sentiment Analysis 2. Natural Language Processing/ chatbots 3. Web mining	1. All in games 2. Robot locomodotion 3. Network security & cyber-attack detection	1. Customer support manager 2. Network security & cyber-attack detection 3. Fraud detection	1. Sentiment Analysis 2. Bioengineering 3. Fraud detection	1. Not sure 2. Customer support manager 3. Search engines
Профессиональная подготовка				
Нет, Data Science моя первая профессия/ область обучения	Инженер по встроенному вычислительному оборудованию	Разработчик фронт-энд приложений	Аналитик данных	Разработчик фронт-энд web-приложений
Причины изучения машинного обучения				
Разобраться в сути машинного обучения	Добавить машинное обучение в существующие приложения	Просьба начальника/ кампании	Data Scince изучалась в университете	Увеличивает шансы обеспечить высокую прибыльность проектов для подрядчика

Самыми популярными языками являются Python, C/C++ и Java. При этом Python выбирали разработчики, которые хотели разобраться в том, что же представляет из себя машинное обучение, C/C++ более опытные разработчики, для внедрения машинного обучения в существующие проекты, а Java был выбором в большинстве случаев из-за указаний работодателей использовать данный язык.

Исходя из этих данных, можно сделать вывод что для студентов лучше изучать Python из-за его популярности, а также Java по причине требования его знания на работе. C/C++ не рекомендуется ввиду его сложности и высокого порога вхождения. Также следует отметить JavaScript, необходимый для разработки Web-клиентов.

Зная целевые языки для обучения, можно распределить технологии из схемы, представленной на рисунке 1.

Таким образом, из-за того, что Python является лучшим языком для машинного обучения, соответственно его следует использовать при взаимодействии с базами данных на сервере и при написании сервера. Также Python имеет хорошую поддержку для Data Science, в частности Data Mining (интеллектуальный анализ данных) и Big Data (большие данные).

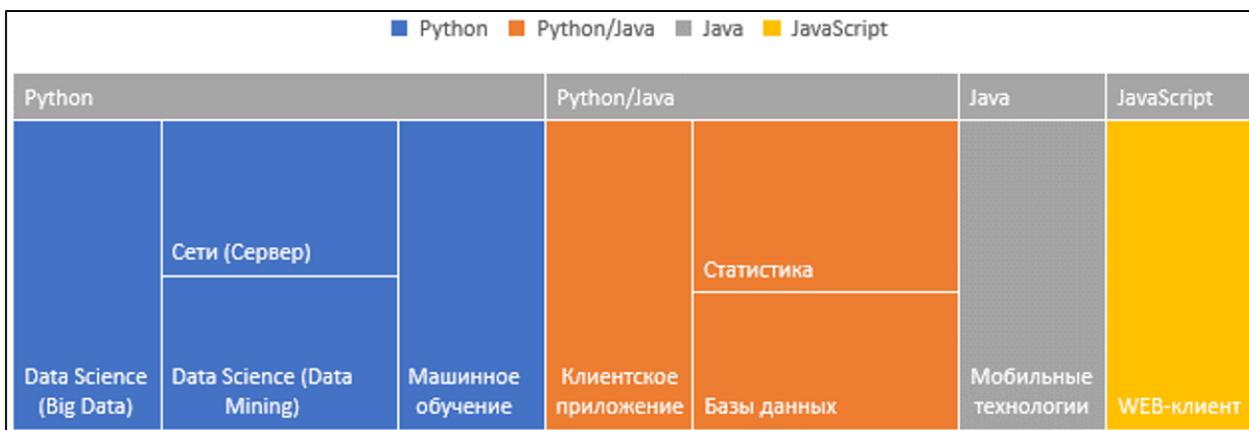


Рис. 2. Схема распределения современных информационных технологий по языкам программирования

Для написания мобильных приложений однозначным выбором является Java, так как на Python нет возможности разрабатывать мобильные приложения.

Для оформления web-страниц в качестве языка программирования используется JavaScript. JavaScript – это язык программирования. Как и Python, это язык сценариев. Python может теоретически заменить JavaScript как язык сценариев браузера. Браузеры поставляются с движком для JavaScript, который анализирует ваш JavaScript код и выполняет вычисления. Можно создать движок для Python и поставлять его с браузером. Brython – хороший пример реализации Python для web-клиента, интерпретатор Python, написанный на JavaScript.

Что касается клиентских приложения для десктопа и статистики. то здесь можно использовать как Python, так и Java. Последующий выбор и сравнительный анализ фреймворков являются темой дальнейших исследований.

### Литература

1. VisionMobile, Developer Economics: State of the Developer Nation 2017 Q1.2017 URL: <http://www.mwc.gr/presentations/2017/konstantinou.pdf> (дата обращения 17.03.2019).

УДК 004.942

## Возможности применения алгоритмов на основе моделей бинарного выбора в процессе подбора персонала

И.И. Ломов, В.А. Мельникова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** рекрутинг, подбор персонала, автоматизация, модели бинарного выбора, пробит-модель, логит-модель

*Процесс подбора квалифицированных кадров играет ключевую роль в деятельности любой организации. Состояние кадровых ресурсов влияет на эффективность работы организации и социально-психологический климат в ней. Современные программные*

*решения позволяют автоматизировать большую часть рутинных задач рекрутера, но процесс принятия окончательного решения остается вне рамок автоматизации. Зачастую при массовом наборе на стандартные должности не оценивается предыдущий опыт, который позволит избежать ошибок в будущем. В моделях бинарного выбора учитывается важность различных факторов, что дает возможность предсказывать результат. Иными словами, такие модели могут помочь выделить кандидатов, которых следует трудоустроить среди множества других. В статье рассмотрено обоснование необходимости использования информационных технологий в процессе подбора персонала. Отражена основная суть пробит и логит моделей, рассмотрен пример нахождения коэффициентов логит-модели.*

Основная задача экономики заключается в поиске пути эффективного использования ограниченных ресурсов. В общем случае таковыми являются финансовые и трудовые ресурсы. В условиях рыночной экономики организации вынуждены конкурировать не только за потенциальных клиентов, но и за высококвалифицированные кадры. От уровня подготовки кадров и организации их взаимодействия зависит эффективность работы предприятия и социально-психологический климат в коллективе. Таким образом, процесс найма персонала и последующего управления им занимает одну из важнейших позиций в деятельности организации.

Процесс подбора персонала или рекрутинг, как правило, заключается в поиске кандидатов на массовые должности и реже позиции среднего звена. Данный процесс предполагает поиск активных кандидатов, которые предлагают свои услуги на рынке труда. При таком подходе рекрутер вынужден постоянно рассматривать множество резюме, тестировать потенциальных сотрудников и проводить с ними собеседования. После сбора и обработки всех необходимых данных рекрутером принимается решение о возможности принятия данного кандидата на искомую позицию. Качество и скорость принимаемых рекрутером решений влияет на общую эффективность организации.

Развитие информационных технологий способствует появлению программных продуктов, которые позволяют совершенствовать процесс рекрутинга. Например: E-Staff [1], Experium [2], OrangeHRM [3], Staffim [4], Huntflow [5]. Данные программные средства автоматизируют работу рекрутера за счет функций автоматической загрузки резюме, гибких возможностей их сортировки и т.д. Рассмотренные программные решения достаточно дорогие и имеют малые возможности кастомизации. Представители крупного бизнеса могут более эффективно автоматизировать процесс подбора кадров на массовые должности, что требует наличия собственных программных решений.

Как правило, при принятии решения о возможности трудоустройства соискателя на определенную позицию рекрутер анализирует данные из его резюме, результаты тестирования и впечатления от собеседования. Необходимо отметить, что в большинстве случаев у рекрутера имеется ряд «успешных» и «провальных» кейсов, которые он анализирует и на основе полученных результатов может принимать решения по новым кандидатам. Таким образом, рекрутер принимает решение о том, подходит ли данный кандидат или нет. Подобные задачи могут быть решены с помощью моделей бинарного выбора.

Модель бинарного выбора – применяемая в эконометрике модель зависимости бинарной переменной (принимающей всего два значения – 0 и 1) от совокупности факторов. Построение обычной линейной регрессии для таких переменных теоретически некорректно, так как условное математическое ожидание таких переменных равно вероятности того, что зависимая переменная примет значение 1, а линейная регрессия допускает и отрицательные значения, и значения выше 1. Поэтому обычно применяются некоторые интегральные функции распределения. Чаще всего используются нормальное распределение (пробит), логистическое распределение (логит), распределение Гомперца (гомпит) [6].

В качестве факторов модели будет выступать совокупность данных, которые были получены из резюме работника и итоговые оценки тестирования. Зависимая переменная  $Y$  будет отражать результат, а именно: 1 – если данный кандидат подходит на определенную позицию и 0 – в противном случае. Вероятность того, что  $Y$  примет то или иное значение находится по формулам [7, с. 532]:

$$P(Y = 1|x) = F(x^T \beta) \quad (1)$$

$$P(Y = 0|x) = 1 - F(x^T \beta) \quad (2)$$

В качестве  $F$  используются интегральные функции распределения, что позволяет сократить величину вариации зависимой переменной в рамках отрезка  $[0; 1]$ . Наибольшую популярность получили пробит и логит модели.

В пробит-модели используется функция нормального распределения [8, с. 324]:

$$P(Y = y|x) = \int_{-\infty}^{x^T \beta} \varphi(t) dt = \Phi(x^T \beta) \quad (3)$$

В логит-модели используется функция логистического распределения [9, с. 47]:

$$P(Y = y|x) = \frac{\exp(x^T \beta)}{1 + \exp(x^T \beta)} = \Lambda(x^T \beta) \quad (4)$$

Оценка параметров  $\beta$  модели осуществляется с помощью метода максимального правдоподобия. При этом каждый исход имеет распределение Бернулли, поэтому функция правдоподобия будет выглядеть следующим образом [8, с. 19]:

$$L(\beta) = \prod_{i=1}^n [F(x_i^T \beta)]^{y_i} [1 - F(x_i^T \beta)]^{1-y_i} \quad (5)$$

Запишем уравнения правдоподобия [7, с. 534]:

$$\frac{d \ln L}{d \beta} = \sum_{i=1}^n \left[ \frac{y_i f_i}{F_i} + (1 - y_i) \frac{-f_i}{1 - F_i} \right] x_i = 0 \quad (6)$$

В качестве критерия качества в нелинейных моделях выступает псевдо- $R^2$ . Данный показатель может быть рассчитан несколькими способами, но наиболее предпочтительный критерий относительного прироста  $R_{RG}^2$  [7, с.541]:

$$R_{RG}^2 = 1 - \frac{L_N(\hat{\beta})}{L_N(\bar{y})} = 1 - \frac{\sum \{y_i \ln \hat{p}_i + (1 - y_i) \ln (1 - \hat{p}_i)\}}{N [\bar{y} \ln \bar{y} + (1 - \bar{y}) \ln (1 - \bar{y})]}, \quad (7)$$

где  $\hat{p}_i = F(x_i^T \hat{\beta})$  и  $\bar{y} = N^{-1} \sum y_i$ .

Рассмотрим пример нахождения коэффициентов логит-модели с помощью программы Medcalc [10]. В качестве факторов оценки претендентов будут выступать: пол (1 – мужской, 2 – женский); возраст; наличие высшего образования (бинарное); профиль (1 – гуманитарный; 2 – технический); стаж работы; количество мест работы; навыки; знание языков и их количество; уровень владения компьютером; запрашиваемая заработная плата. Фрагмент таблицы с исходными данными представлен на рисунке 1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
	п/я/у	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	
1	0	2	30	1	1	1	1	3	1	1	1	25440	
2	0	1	24	1	2	3	4	8	0	0	3	0	
3	0	1	0	0	0	13	6	30	0	0	0	0	
4	0	1	37	1	1	6	4	19	1	0	1	0	
5	0	1	36	1	2	13	7	15	0	0	2	0	
6	0	1	42	1	2	14	6	15	1	0	3	42400	
7	0	2	33	1	1	14	1	13	1	0	1	50000	
8	0	2	33	1	1	7	6	33	1	1	1	62000	
9	0	2	0	1	1	3	5	57	0	0	2	60000	
10	0	2	22	1	2	3	2	9	0	1	1	25000	
11	0	2	34	1	1	11	7	50	1	1	0	0	
12	0	2	33	1	1	6	5	48	1	0	1	0	
13	0	1	36	1	1	8	5	43	0	0	1	150000	
14	0	2	28	1	1	8	7	44	1	0	2	80000	

Рис. 1. Фрагмент исходных данных

Результаты вычисления коэффициентов  $\beta$  с помощью логит-модели представлены на рисунке 2.

Overall Model Fit	
Null model -2 Log Likelihood	97,041
Full model -2 Log Likelihood	29,532
Chi-squared	67,509
DF	11
Significance level	P < 0,0001
Cox & Snell R <sup>2</sup>	0,6188
Nagelkerke R <sup>2</sup>	0,8251

Coefficients and Standard Errors				
Variable	Coefficient	Std. Error	Wald	P
x1	0,38258	1,20355	0,1010	0,7506
x2	-0,054780	0,099174	0,3051	0,5807
x3	-1,55259	3,11148	0,2490	0,6178
x4	0,27560	1,21101	0,05179	0,8200
x5	0,34326	0,15191	5,1058	0,0238
x6	-0,98223	0,47102	4,3487	0,0370
x7	-0,040129	0,044235	0,8230	0,3643
x8	1,19456	1,61387	0,5479	0,4592
x9	1,90232	1,47408	1,6654	0,1969
x10	1,42955	0,69623	4,2160	0,0400
x11	0,000038651	0,000021217	3,3186	0,0685
Constant	-1,84155	4,08940	0,2028	0,6525

Рис. 2. Результаты оценки коэффициентов модели

Таким образом, модели бинарного выбора могут быть использованы в процессе принятия решения о возможности трудоустройства соискателя на определенную позицию. В рамках данного примера не оценивались результаты тестирования соискателей, поэтому в дальнейшем коэффициенты данной модели могут измениться.

### Литература

1. E-staff [Электронный ресурс] <http://www.e-staff.ru/> (дата обновления: 21.03.19)
  2. Experium [Электронный ресурс] <https://experium.ru/> (дата обновления: 21.03.19)
  3. OrangeHRM [Электронный ресурс] <https://www.orangehrm.com/> (дата обновления: 21.03.19)
  4. Staffim [Электронный ресурс] <http://staffim.ru/> (дата обновления: 21.03.19)
  5. Huntflow [Электронный ресурс] <https://huntflow.ru> (дата обновления: 21.03.19)
  6. Модель бинарного выбора [Электронный ресурс] [https://ru.wikipedia.org/wiki/Модель\\_бинарного\\_выбора](https://ru.wikipedia.org/wiki/Модель_бинарного_выбора) (дата обновления: 21.03.19)
  7. Кэмерон, Э. Колин; Триведи, Правин К. Микроэконометрика: методы и их применения. Книга 2 / Э.Колин Кэмерон, Правин К. Триведи: перевод с англ.: под научн. ред. Б. Демешева. – М.: Издательский дом «Дело» РАНХиГС, 2015. – 664 с.
  8. Носко В.П. Эконометрика для начинающих (Дополнительные главы). – М.: ИЭПП, 2005. С. 379.
  9. Писарук, Н. Н. Исследование операций / Н. Н. Писарук. – Минск : БГУ, 2015. – 304 с.
- MedCalc [Электронный ресурс] [www.medcalc.org](http://www.medcalc.org) (дата обновления: 21.03.19)

УДК 004.045

## **Алгоритмы оптимизации на основе естественных систем**

Я.В. Краснов, В.А. Мельникова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** алгоритм, биологическая система, метод оптимизации, машинное обучение, оптимизация.

*В статье приводится обзор существующих алгоритмов, вдохновленных природными биологическими системами. На основании полученной информации, выявлены наиболее важные аспекты работы данных алгоритмов. Были рассмотрены следующие концептуально самые популярные алгоритмы в данной области: генетический алгоритм пчелиной колонии, алгоритм роя рыб, алгоритм оптимизации стаи котов, алгоритм искусственных водорослей, алгоритм поиска слонов, оптимизационный алгоритм куриного роя, алгоритм оптимизации пламени мотылька и алгоритм оптимизации серого волка. Также при сопоставлении данных алгоритмов оптимизации с различными областями наук была выявлена закономерность частоты их использования.*

Методы оптимизации на основе естественных биологических процессов являются результатом нового подхода разработки работоспособных состоятельных методов оптимизации в сложных вычислениях. В последние годы подобные алгоритмы оптимизации получили признание в области машинного обучения для получения оптимальных решений сложных задач. Однако подобные задачи обычно нелинейны и ограничены множеством нелинейных ограничений требующих значительного количества времени и большой размерности для поиска оптимального решения.

В текущее время вычислительные интеллектуальные методы применяются во многих научных и инженерных программах для обработки информации, принятия решений и задач оптимизации. За последнее десятилетие появилось множество методов и алгоритмов, что разрабатывались в различных областях знаний, таких как генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети, эволюционные алгоритмы и алгоритмы с нечеткой логикой. Предположительно в ближайшие годы интеллектуальные алгоритмы оптимизации будут эффективнее решать задачи в инженерных, научных, медицинских и космических областях.

Поведение насекомых, групп животных, птиц и рыб используется для решения ряда оптимизационных задач, под которые в информатике разработан метод метаэвристики что помогает в поиске алгоритмов оптимизации, способных решать сложно-поставленные задачи. Алгоритмы оптимизации метаэвристики, что моделируются под влиянием поведения биологических систем, таких как животные и птицы, используются для поиска оптимального решения [1]. Под метаэвристикой понимается эвристическая стратегия для решения сложных оптимизационных задач. В математическом программировании метаэвристика относится к процессу поиска проблем оптимизации. Метаэвристика использует эвристическую функцию для помощи процесса поиска. Эвристический поиск может быть слепым и информированным. Метаэвристические алгоритмы оптимизации, позаимствованные у природы, чаще применяются в различных приложениях, так как основаны на простых идеях что легки в реализации, нет необходимости в преобразовании данных, можно найти оптимальные решения окрестных задач, можно встроить в различных приложениях.

Процесс оптимизации связан с поиском оптимального решения для конкретных задач. Для выполнения подобных задач важным вопросом является выбор адекватного алгоритма оптимизации. Однако, есть проблемы сложности, затрудняющие поиск всех возможных решений. Существует несколько специально разработанных

метаэвристических алгоритмов для имитации поведения насекомых и животных, определяя случайные или детерминированные правила что будут применяться для решения различных задач оптимизации. Среди методов оптимизации что были разработаны в последнее время есть те, что основаны только на поведении животных в борьбе за пищу и место в жизни. Таким образом люди могут учиться на поведении этих животных при разработке алгоритмов оптимизации в решении сложных задач. Например, алгоритм искусственной пчелиной колонии имитирующий коллективное поведение пчелиных семей, алгоритм роя частиц имитирующий биологическое поведение стай рыб и птиц. Алгоритм био-оптимизации Крилла и инженерная оптимизация Яна, имитирование поведения насекомых, алгоритм оптимизации кита и оптимизация серого волка, эмуляция поведения горбатых китов. Бинарные подходы оптимизации серого волка для выбора функций и алгоритм оптимизации вычислительного интеллекта, основанные на поведении пауков, имитирующие охоту.

Генетический алгоритм пчелиной колонии – это новый алгоритм оптимизации, разработанный путем интеграции преимуществ генетических алгоритмов и искусственной пчелиной колонии для оптимизации численных задач.

Алгоритм роя рыб, обладающий преимуществами глубокого и эффективного поиска, быстрой скоростью сходимости, является одним из важнейших интеллектуальных алгоритмов оптимизации. Он имитирует поведение рыб, где каждая рыба может искать свой источник пищи. Кроме этого, каждая рыба может установить информационную связь с другими рыбами до получения глобальной оптимизации.

Алгоритм оптимизации стаи котов – это недавно составленный алгоритм оптимизации имитирующий поведение кошек. В последние годы был применен для поиска оптимального решения в некоторых приложениях.

Алгоритм искусственных водорослей – это новейший алгоритм имитирующий образ жизни и поведение водорослей. Этот алгоритм был основан на образе жизни водорослей, их методе размножения, адаптации к окружающей среде. Что подводит к основным чертам их существования: эволюция, спиральное движение и адаптация. Популяция в этом алгоритме представляет из себя колонию водорослей. Клетки водорослей будут расти, если получат достаточно света, что приведет к расширению колонии водорослей.

Алгоритм поиска слона принадлежит к группе современных эвристических алгоритмов поисковой оптимизации. Этот алгоритм имитирует поведение и характеристики слона и его стратегия основана на двойном механизме поиска, где поисковые агенты могут быть разделены на две группы поиска приближенных решений. Слоны живут группами, где группа слонов делится на несколько подгрупп или кланов под руководством старейших особей в группе. Данный алгоритм имитирует основные характеристики и особенности стада слонов. Социальные структуры слонов различны, а женские особи предпочитают жить в семейных кругах, за улучшение окружающего пространства отвечают женские особи, в то время как особи мужского пола несут ответственность за цели исследования. В данном алгоритме имеется три основных характеристики: эффективный алгоритм оптимизации поиска, итеративный процесс поиска уточняющий результат получения оптимума решения, женские особи ведут интенсивные локальные поиски в местах где ожидается более высокая вероятность найти лучшее решение.

Оптимизационный алгоритм куриного роя – это недавно открытый алгоритм оптимизации, имитирующий поведение куриного роя и его иерархической структуры. Рой куриц может быть описан различными группами, где каждая группа состоит только из одного петуха и множества цыплят и кур. Среди цыплят существует конкуренция в тепле в определенном иерархическом порядке. Иерархический порядок в этом рое имеет большое значение в социальной жизни кур, таких как структура стада, кур, цыплят и их матерей. Поведение куриц в рое зависит от пола. Главный петух ищет пищу, борется с цыплятами, что находятся вокруг области поиска группы. Курица, что корм ищет у петухов, покорно

будет ждать его. Также, в этом рое существует конкуренция между цыплятами. Пищу они ищут около своей матери. Математическая модель роя основана на нескольких группах. Каждая группа состоит из петуха, пары кур и цыплят. В данном раскладе куры с наилучшими численными показателями будут рассматриваться как петухи, в то время как куры с худшими показателями назначаются цыплятами, что способны самостоятельно отобрать место проживания. Данный иерархический порядок с отношениями кур и цыплят будет обновляться каждые несколько итераций. Таким образом, куры следят за петухом, чтобы искать пищу, в то время как цыплята ищут корм около куриц.

Алгоритм оптимизации пламени мотылька основан на особенностях навигации в ночное время, способности летать, ориентируясь на лунный свет. Мотыльки обычно используют метод поперечной ориентации при навигации в ночное время. В математической модели данного алгоритма считается, что матрица решений может быть представлена мотыльками, где их положение в пространстве являются переменными данной задачи.

Алгоритм оптимизации серого волка является одним из мета-эвристических алгоритмов. Метод основан на охоте и социальном превосходстве серых волков. Обычно они живут группами, из них – лидер группы называемый альфа, отвечает за принятие решений о месте ночлега и охоты. Следующий в иерархии – бета – помогает альфе в принятии решений. Третий – омега – несет ответственность за информационные источники всех остальных. Остальные зовутся дельта и отвечают за доминирование в среде омеги. Таким образом из данного описания можно вывести следующие особенности их алгоритмизированного поведения: выслеживание и погоня, преследование, нападение.

Согласно [2] алгоритмы на основе природных систем чаще всего используют в прикладных науках. Следом область инженерии и фундаментальных наук, затем все остальные.

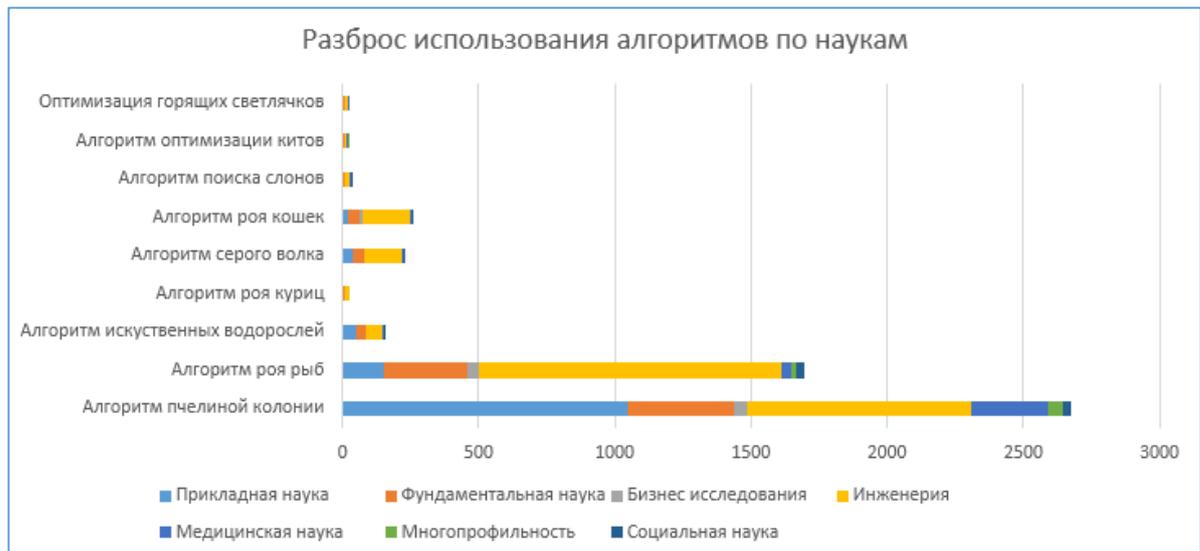


Рис. 1. Диаграмма разброса использования алгоритмов по наукам

Среди участвующих в процессе разработки алгоритмов выделяют этап наблюдения за поведением особей в стае, разработка модели на основе поведения, преобразование в математическую модель, разработка псевдокода для имитации поведения и тестирование выведенного алгоритма перед непосредственным введением в эксплуатацию.

### Литература

1. Щеглов, С.Н. Разработка алгоритмов, инспирированных природными системами, для эффективного принятия решения в задачах САПР / Щеглов С.Н. - Известия Южного федерального университета: Технические науки, 2016. – 6 с.

2. Subject Domain [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/subject-domain>. - Загл. с экрана

УДК 004.43

## Технологии промежуточного представления программного кода

А.И. Геть, Д.Б. Горохов

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** трансляция кода, промежуточное представление, исходный код, статический анализ, Java, Python.

*В статье рассматриваются проблемы, возникающие при использовании разных языков программирования для разработки программ. Описывается механизм трансляции исходного кода программ на разные языки программирования. Дано определение транслятора исходного кода и описаны его возможности. Описывается промежуточное представление исходного кода и возможные способы его использования. Обосновывается выбор формата XML для построения промежуточного представления. Приводится анализ существующих решений в области трансляции исходного кода и построения промежуточных представлений. Рассматриваются задачи, связанные с проблемами трансляции исходного кода.*

При разработке программного обеспечения часто возникает необходимость переписать существующее решение с использованием более подходящих или современных технологий, в том числе на другом языке программирования. Также нередки ситуации, когда необходимо объединить несколько частей программы, написанных на разных языках программирования. Для снижения издержек, связанных с решением подобных задач, целесообразно использовать трансляторы.

Source-to-source компилятор или транслятор – это компилятор, который принимает на вход исходный код, написанный на одном языке программирования и возвращает эквивалентный код на другом языке [1]. Данный тип компиляторов может применяться для конвертирования устаревшего кода для поддержки новой версии языка программирования, не обеспечивающей обратную совместимость с предыдущими версиями.

Сохранение промежуточного представления исходного кода в процессе трансляции может дать дополнительные преимущества в виде возможности его использования инструментами статического анализа кода, генерации различных представлений исходного кода и замеров с использованием некоторых метрик.

Java и Python одни из самых популярных и мощных языков программирования в настоящее время. Учитывая некоторые особенности Python и то, как он связан с новыми областями компьютерных наук, такими как интернет вещей, он является сильным кандидатом на лидерство как в академическом сообществе, так и на рынке программного обеспечения. Если программистам требуется перенести их ПО с Java на Python, им приходится переписывать всю программу с начала, что подразумевает большие издержки по времени и стоимости продукта. Поэтому необходим механизм трансляции программ с Java на Python.

Поскольку предполагается использование промежуточного представления различными инструментами и непосредственно людьми, его формат должен быть читаемым и поддающимся обработке программными средствами. Среди наиболее популярных текстовых форматов JSON, YAML и XML, последний выгодно отличается наличием множества проверенных инструментов для его обработки. Среди них можно выделить следующие:

– XPath – язык запросов к элементам XML-документа. Он использует выражения пути для выбора узлов и наборов узлов в XML-документе. Является стандартом консорциума W3C.

– XQuery – разработанный рабочей группой XML Query в составе организации W3C язык запросов, предназначенный для запроса и преобразования коллекций структурированных и неструктурированных данных.

Язык описания структуры XML-документа XML Schema позволяет определить правила, которым должен подчиняться XML-документ. Спецификация XML Schema является рекомендацией W3C. Использование XML Schema даёт возможность проверить не только правильность синтаксиса XML-документа, но также его структуру, модель содержания и типы данных.

Концептуальная схема системы трансляции кода с языка Java на Python с сохранением промежуточного представления исходного кода изображена на рисунке 1.

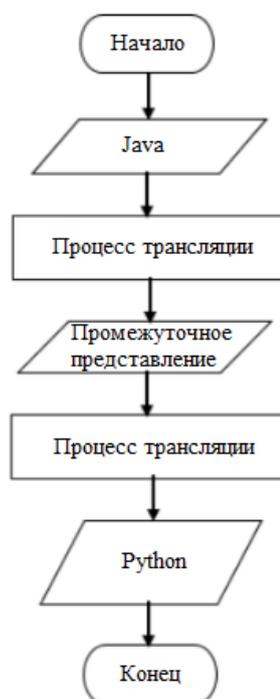


Рис. 1. Концептуальная схема работы транслятора

Существует ряд исследований схожей направленности. Однако, они имеют некоторые ограничения и недостатки, которые описаны ниже.

В статье [2] рассматриваются задачи, связанные с проблемами преобразования программного кода, а также макетный каркас системы «Преобразователь кода», позволяющий транслировать исходный код с одного языка программирования на другой с использованием синтаксических деревьев. Существенным недостатком данной системы является отсутствие промежуточного представления исходного кода, позволяющего использовать на его основе различные инструменты статического анализа.

Статья [3] описывает существующие промежуточные представления исходного кода, а также новое представление, содержащее семантическую информацию и приведённое к формату, доступному для обработки существующими решениями. В статье не рассматривается возможность использования данного промежуточного представления для трансляции исходного кода.

Инструмент JaML, созданный в Вюрцбургском университете представляет собой промежуточное представление исходного кода на Java в формате, основанном на XML. JaML структурирует и обогащает исходный код дополнительной информацией, предлагает более легкий доступ к этой информации, чем необработанный исходный код. Поэтому этот язык может применяться во многих областях [4]. Некоторые из них представлены ниже:

- поддержка генерации различных представлений кода;
- применение проверок и запросов к исходному коду;
- проведение замеров с использованием метрик;

– поддержка машинного обучения.

JaML не предполагает использование промежуточного представления для трансляции исходного кода программ.

Различные языки программирования обладают разными наборами функций, входящих в их стандартные библиотеки, в связи с чем задача трансляции кода, использующего функции стандартной библиотеки некоторого языка, на язык, в стандартную библиотеку которого эти функции не входят, представляет определенную сложность [2].

Даже в рамках одной парадигмы программирования разные языки могут существенно различаться. Например, некоторые языки допускают множественное наследование. Трансляция кода с множественным наследованием на язык, не поддерживающий такую возможность, может потребовать серьезной переработки иерархии классов.

Трудности возникают при:

– трансляции с языков со сборщиком мусора на языки с ручным управлением памятью;

– трансляции многопоточных программ на языки, не позволяющие распараллелить программу с помощью потоков;

– трансляции программ, имеющих внешние зависимости, то есть использующих различные библиотеки и фреймворки.

Разница в системах типов и контроль типов (статическая и динамическая типизация, утиная типизация и т.д.) также вызывает затруднения.

Для решения описанных выше проблем требуются дальнейшие исследования.

#### **Литература**

1. Robert W. Sebesta. Concepts of Programming Languages. — 11th edition. — Pearson, 2015. — P. 45-52.

2. Галанин Д.Н. Исследование вопросов построения систем преобразования кода / Д.Н. Галанин, В.О. Георгиев, В.М. Горбунов, Н.А. Прокопьев, Д.С. Поликашин / Казанский федеральный университет (КФУ), г. Казань, Россия. — С. 2-4.

3. Ошнуров Н.А. Построение универсального промежуточного представления исходных текстов на языках C++ и C# / Н.А. Ошнуров, А.Н. Пустыгин, А.А. Ковалевский / Доклады ТУСУРа, No 3 (33), сентябрь 2014. — С. 1-4.

4. G. Fischer. JaML: XML Representation of Java source code / G. Fischer, J. Lusiardi / University of Wurzburg Department of Informatics — May 29, 2008. — P. 1-5.

УДК 004.4

### **Использование архитектурного паттерна MVP (Passive View) в разработке приложений для платформы Android на языке Java**

А.Н. Курчатова, В.А. Мельникова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** MVP, Passive View, Android, Java, архитектура программного обеспечения.

*Актуальная проблема построения полнофункциональных клиентских систем заключается в сложности их тестирования. Решением этой проблемы является использование архитектурного паттерна Model-View-Presenter (Passive View), представленного Мартином Фаулером в 2006 году. Данный паттерн состоит из «Модели», «Представления» и «Представителя». Поведение компонентов*

пользовательского интерфейса переносится в «Представитель», который не только обрабатывает ответы на пользовательские события, но и выполняет все обновления «Представления». Это позволяет сосредоточить тестирование на «Представителе» лишь с небольшим риском возникновения проблем в «Представлении». В статье рассматриваются особенности использования данного паттерна в разработке приложений для платформы Android. Подробно описаны элементы данного паттерна, их роли, назначения и взаимодействия между собой. Представлены демонстрационные фрагменты исходного кода приложения на языке Java.

Одна из актуальных проблем построения полнофункциональных клиентских систем заключается в сложности их тестирования. Решением этой проблемы является использование архитектурного паттерна MVP (Passive View), представленного Мартином Фаулером в 2006 году (рис. 1) [1]. При использовании MVP (Passive View), поведение компонентов пользовательского интерфейса переносится в «Представитель», который не только обрабатывает ответы на пользовательские события, но и выполняет все обновления «Представления». Это позволяет сосредоточить тестирование на «Представителе» с небольшим риском возникновения проблем в «Представлении» [2].

Для обеспечения возможности тестирования «Представителя» с помощью любого инструмента тестирования, поддерживающего язык Java, необходимо, чтобы «Представитель» не зависел от объектов Android Framework. Помимо этого, «Представление» и «Модель» должны быть инкапсулированы, с помощью интерфейсов.

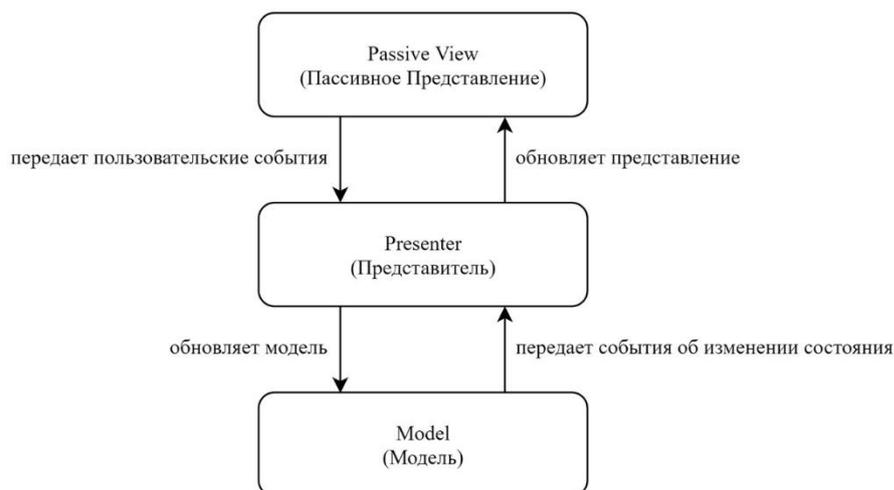


Рис. 1. Диаграмма паттерна проектирования MVP (Passive View)

Представим, что разрабатывается Android-приложение на языке Java. Интерфейс пользователя содержит EditText для ввода данных, Button для сохранения введенных данных в «Модели», TextView для отображения данных, а также Button для получения данных из «Модели» и вывода их в TextView. Все элементы будут отображены с помощью единственной Activity, она и будет являться «Представлением» в контексте MVP.

Для того, чтобы «Представитель» мог работать с «Представлением» в абстрактном виде, «Представлению» нужен интерфейс.

Листинг 1

#### Исходный код интерфейса «Представления»

```
public interface MainView {  
    String getInputData();  
  
    void showData(String data);  
}
```

«Представление», реализует интерфейс и переопределяет его методы. В «Представлении» также инициализируются элементы пользовательского интерфейса, устанавливаются слушатели для кнопок, создаются экземпляры «Модели» и «Представителя». При нажатии на любую из кнопок, «Представление» лишь сообщает «Представителю», о том, что соответствующая кнопка была нажата, а «Представитель» сам решает, как на это реагировать.

Листинг 2

Исходный код «Представления»

```
public class MainActivity extends AppCompatActivity implements MainView {

    private MainPresenter mainPresenter;
    private EditText editTextData;
    private TextView textViewData;
    private Button buttonSave;
    private Button buttonShow;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);

        initUI();
        initListeners();
        IRepository iRepository =
            new Repository(PreferenceManager.getDefaultSharedPreferences(this));
        mainPresenter = new MainPresenter(this, iRepository);
    }

    @Override
    public String getInputData() {
        return editTextData.getText().toString();
    }

    @Override
    public void showData(String data) {
        textViewData.setText(data);
    }

    private void initUI() {
        editTextData = findViewById(R.id.edittext_main_data);
        textViewData = findViewById(R.id.textview_main_data);
        buttonSave = findViewById(R.id.button_main_save);
        buttonShow = findViewById(R.id.button_main_show);
    }

    private void initListeners() {
        buttonSave.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {
                onButtonSaveClick();
            }
        });
        buttonShow.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View v) {
                onButtonShowClick();
            }
        });
    }

    private void onButtonSaveClick() {
        mainPresenter.onButtonSaveClick();
    }

    private void onButtonShowClick() {
```

«Представитель», в зависимости от масштаба и сложности системы, может иметь или не иметь интерфейс для реализации. В конструкторе «Представителя» инициализируются «Представление» и «Модель» в виде интерфейсов. Данные интерфейсы необходимы для работы методов «Представителя». «Представитель» не должен зависеть от объектов Android Framework, в противном случае, тестирование будет возможно только с помощью поддерживающих данный фреймворк инструментов.

Листинг 3

Исходный код «Представителя»

```
public class MainPresenter {  
  
    private MainView mainView;  
    private IRepository iRepository;  
  
    public MainPresenter(MainView mainView, IRepository iRepository) {  
        this.mainView = mainView;  
        this.iRepository = iRepository;  
    }  
    public void onButtonSaveClick() {  
        iRepository.setData(mainView.getInputData());  
    }  
    public void onButtonShowClick() {  
        mainView.showData(iRepository.getData());  
    }  
}
```

Как и в случае с «Представлением», для «Модели» также необходим интерфейс. Таким образом, реализация «Модели» может меняться, а «Представитель» даже не узнает об этом.

Листинг 4

Исходный код интерфейса «Модели»

```
public interface IRepository {  
  
    String getData();  
    void setData(String data);  
}
```

В «Модели» обычно реализована работа с внешним хранилищем данных (SharedPreferences, SQLite) или Web API.

Листинг 5

Исходный код «Модели»

```
public class Repository implements IRepository {  
  
    private static final String DATA = "DATA";  
    private SharedPreferences sharedPreferences;  
    public Repository(SharedPreferences sharedPreferences) {  
        this.sharedPreferences = sharedPreferences;  
    }  
    @Override  
    public String getData() {  
        return sharedPreferences.getString(DATA, null);  
    }  
    @Override  
    public void setData(String data) {  
        sharedPreferences.edit().putString(DATA, data).apply();  
    }  
}
```

По итогам рассмотрения особенностей использования архитектурного паттерна MVP (Passive View) в разработке приложений для Android на языке Java можно сделать следующее заключение: основной причиной использования MVP (Passive View) является повышение модульной тестируемости. Реализуя «Представление», полностью контролируемое «Представителем», риск появления ошибок в «Представлении» сильно снижается. В то время как «Представитель» может работать и тестироваться вне среды пользовательского интерфейса [2].

### Литература

1. Model–view–presenter [Электронный ресурс] // Wikipedia: The free encyclopedia. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Model–view–presenter> (дата обращения: 01.02.19).
2. Fowler M. Passive View // Martin Fowler. 2006. URL: <https://martinfowler.com/eaDev/PassiveScreen.html> (дата обращения: 01.02.2019).

УДК 004.9

## **Актуальность разработки мобильных приложений как средства продвижения бизнес-проектов на примере услуг ателье**

В.Б. Сафьянова, В.А. Мельникова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** информационная технология, информационная система, автоматизированная информационная система, бизнес-процесс, бизнес-проект, мобильное приложение.

*В статье освещается вопрос актуальности и необходимости использования мобильных приложений для продвижения бизнес-проектов с демонстрацией на конкретном примере, а именно для продвижения услуг ателье. Рассмотрены основные понятия и определения исследуемой темы. Проанализирована предметная область. Выявлены варианты случаев, когда использование мобильных приложений в бизнесе действительно необходимо. Рассмотрены преимущества внедрения информационных систем в бизнес-процессы. Поставлена главная цель внедрения мобильного приложения в швейный бизнес. Приведено сравнение с действующей бизнес-информационной системой. Установлена необходимость автоматизации бизнес-процессов. Проанализировано состояние современного общества по отношению к информационным системам и технологиям. Сделаны общие выводы о существенности разработки мобильных приложений для эффективности работы и развития предприятий.*

Деятельность практически всех существующих на данный момент фирм, компаний и предприятий в первую очередь направлена на систематическое получение прибыли. Такая деловая активность в условиях рыночной экономики называется бизнесом.

Развитие различных сфер человеческой деятельности на современном этапе невозможно без широкого применения вычислительной техники и создания информационных систем различного направления. Обработка информации в подобных системах стала самостоятельным научно-техническим направлением.

В век информационных технологий нельзя не говорить об автоматизации бизнес-процессов. Исходя из современных требований, предъявляемых к качеству работы любого предприятия, нельзя не отметить, что эффективная работа его всецело зависит от уровня оснащения компании информационными средствами на базе компьютерных автоматизированных систем.

Для полного исследования данной темы приведём основные понятия и определения, представленные в таблице 1.

Таблица 1

Определения, используемые в исследовании

<b>Понятие</b>	<b>Определение</b>
Информационная технология	процесс, использующий совокупность средств и методов сбора, обработки и передачи данных для получения информации нового качества о состоянии объекта, процесса или явления.
Информационная система	взаимосвязанная совокупность средств, методов и персонала, используемых для хранения, обработки и выдачи информации в интересах достижения поставленной цели [1].
Автоматизированная информационная система	комплекс, включающий вычислительное и коммуникационное оборудование, программное обеспечение, лингвистические средства, информационные ресурсы, а также персонал, обеспечивающий поддержку динамической информационной модели предметной области для удовлетворения информационных потребностей пользователей [1].
Бизнес-процесс	совокупность взаимосвязанных мероприятий или работ, направленных на создание определённого продукта или услуги для потребителей [2].
Бизнес-проект	ограниченное по времени, целенаправленное изменение способов организации с определёнными требованиями к качеству результатов, допустимыми рамками расхода средств и ресурсов и характерной организацией по его разработке и реализации [3].
Мобильное приложение	программное обеспечение, специально разработанное под конкретную мобильную платформу (iOS, Android, Windows и т. д.) и предназначенное для использования на смартфонах, фаблетах, планшетах, умных часах и других мобильных устройствах [4].

Виды информационных систем в современном IT-обществе разнообразны.

Во всем мире стремительно растет мобильная аудитория, и если совсем недавно маркетологи еще могли считать пользователей мобильного интернета экзотикой и целенаправленно не заниматься этим сегментом, то сегодня ситуация в корне изменилась. На рынке появились относительно недорогие устройства, мобильные операторы анонсировали дешёвые тарифные планы и серьезно работают над улучшением пропускной способности своих сетей. Все это привело к значительному росту мобильной аудитории и даже появилось значительное количество пользователей интернета, которые выходят в Сеть только с мобильных устройств [5].

В таких условиях маркетологи уже не могут игнорировать этот канал продвижения и предпринимают все возможные усилия для того, чтобы попасть на экраны смартфонов и планшетов. Сейчас стало очень популярно продвигать свой бизнес через внедрение мобильных приложений. Использование для контакта с аудиторией мобильных приложений имеет целый ряд преимуществ.

Разработка мобильного приложения представляет собой довольно сложный процесс, который обычно включает анализ бизнеса клиента, проработку функционала и графического дизайна, программирование и тестирование [6].

Все мобильные приложения, используемые для бизнеса, можно разделить на две группы:

1. Программы, отвечающие внутренним потребностям компании.
2. Приложения, решающие задачи бизнеса: увеличение продаж, повышение лояльности, маркетинговые цели, брендинг [7].

Безусловно, не любой компании обязательно нужны именно мобильные приложения для бизнеса. Однако некоторым нишам рынка программы для смартфонов будут очень полезны.

Актуальным вопрос внедрения мобильного приложения становится только в том случае, если клиент уверен, что оно будет способствовать повышению продаж и помогать развитию сферы деятельности.

В качестве примера для анализа востребованности мобильных приложений для продвижения бизнес-проектов были взяты услуги ателье.

Главной целью внедрения мобильного приложения в швейный бизнес является возможность удобства оформления и управления заказами на пошив и ремонт одежды удалённо. Данная тема является весьма актуальной в современных условиях, так как у людей не всегда есть возможность и время лично присутствовать на примерках, а также заказать уникальную одежду в своём городе проживания. Мобильное приложение может не только позволить сделать индивидуальный заказ, находясь в любой точке мира, но и продемонстрирует уже готовые изделия, а также предусмотреть связь с определёнными мастерами и дать возможность клиентам предложить свои идеи в области моды, чем в своё время повысит эффективность и современность деятельности ателье.

В сравнение приведём пример приложения, построенного похожим образом и активно используемого пользователями по всему миру – это широко известное мобильное приложение интернет-магазина AliExpress. AliExpress действительно в последнее время пользуется большой популярностью в сфере продаж и является универсальной интернет-площадкой. Рассматриваемый интернет-магазин начал свою работу с создания веб-сайта, а затем уже расширил свою деятельность на мобильные устройства, за счёт чего увеличил продажи и создал более благоприятные условия для покупателей. Сайт занимает 34-е место в списке самых посещаемых веб-ресурсов в мире, а мобильное приложение заняло 2 место в десятке самых популярных приложений. Независимо от того, что это преимущественно китайская интернет-разработка, где собрано огромное множество товаров от разных продавцов, в настоящее время она доступна на русском, английском, испанском, нидерландском, французском, итальянском, польском, и португальском языках [8]. Клиенты вне границ стран для этих языков автоматически обслуживаются на английской версии сайта. Эффективность такой информационной системы для продвижения бизнеса обусловлена множеством её достоинств, таких как огромный ассортимент, возможность общения напрямую с продавцом, различные скидки и акции, защита покупателей и др.

В качестве вывода можно выделить следующие задачи, которые решаются с помощью мобильных приложений в бизнесе:

- увеличить продажи;
- улучшить сервис и повысить лояльность потребителей;
- снизить расходы за счёт самообслуживания;
- автоматизировать рабочие места.

Для того чтобы практически убедиться в необходимости внедрения мобильных приложений в бизнес-процесс предложена идея разработки мобильного приложения для швейного ателье. На данный момент разработан проект такой информационной системы, который в дальнейшем планируется реализовать. Реализация проекта позволит привести

более конкретную оценку эффективности использования предложенного программного средства для продвижения бизнеса и сделать вывод о его достаточности.

### Литература

1. Автоматизация информационных процессов [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://infdis.narod.ru/is/is-n3.htm>
2. Бизнес-процесс [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Бизнес-процесс>
3. Понятие бизнес-проекта и классификация его разновидностей [Электронный ресурс].- Режим доступа: [https://www.e-reading.club/chapter.php/103767/23/Nefedova\\_-\\_Biznes-planirovanie.\\_Shpargalka.html](https://www.e-reading.club/chapter.php/103767/23/Nefedova_-_Biznes-planirovanie._Shpargalka.html)
4. Мобильное приложение [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://indicator.ru/tags/mobilnoe-prilozhenie>
5. Разработка и продвижение мобильных приложений [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://citforum.ru/news/36334>
6. В. Семенчук. Мобильное приложение как инструмент бизнеса, 2016. 270 с.
7. Приложения для бизнеса: виды и план разработки [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://www.gd.ru/articles/9560-prilojeniya-dlya-biznesa>
8. AliExpress [Электронный ресурс].- Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/AliExpress>

УДК 004.4

## Использование локальных модульных тестов в разработке приложений для платформы Android на языке Java

А.Н. Курчатов, В.А. Мельникова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** локальное модульное тестирование, JUnit, Android, Java.

*Современные сложные программные системы состоят из множества модулей, которые взаимодействуют между собой. При внесении изменений в один модуль, результаты работы могут повлиять на корректность работы всей системы в целом. Написание тестов для каждого сложного модуля позволяет быстро проверить, не привело ли изменение кода к появлению ошибок в уже протестированных участках системы, а также облегчает обнаружение и устранение таких ошибок. Модульные тесты в контексте разработки приложений для платформы Android делятся на локальные модульные тесты и инструментальные модульные тесты. В статье рассматриваются особенности использования локальных модульных тестов в разработке приложений для платформы Android на языке Java. Представлены фрагменты исходного кода на языке Java.*

Сложные программные системы состоят из множества модулей, которые взаимодействуют между собой. При внесении изменений в один модуль, результаты работы могут повлиять на корректность работы всей системы в целом. Написание тестов для каждого сложного модуля позволяет быстро проверить, не привело ли изменение кода к регрессии, то есть к появлению ошибок в уже протестированных участках системы, а также облегчает обнаружение и устранение таких ошибок. Помимо этого, модульные тесты можно рассматривать на некую документацию для тестируемого модуля так как в них отображают входные и выходные данные модуля [1].

Тест не должен выходить за границу модуля. Если модуль взаимодействует с другим модулем, то в тесте необходимо создать псок-объект (объект-имитация), который будет

имитировать работу необходимого модуля [2]. В объектно-ориентированном программировании, модуль обычно представляет собой класс или отдельный метод [3].

Модульные тесты в контексте разработки приложений для платформы Android делятся на локальные модульные тесты и инструментальные модульные тесты.

Локальные модульные тесты позволяют быстро проверить логику приложения, когда не нужны точность и достоверность, связанные с выполнением тестов на реальном устройстве. Зависимости, связанные с тестами, обычно определяют какой инструмент необходимо использовать. Если есть зависимости от Android Framework особенно те, которые создают сложные взаимодействия с ним, то лучше добавить эти зависимости с помощью Robolectric. Если же тесты имеют минимальные зависимости от Android Framework, то можно добавить фиктивные зависимости, используя такой фреймворк как Mockito [4].

Инструментальные модульные тесты выполняются на физических устройствах или эмуляторах, в них можно использовать Android Framework API, они обеспечивают более высокую точность, чем локальные модульные тесты, но работают намного медленнее. Исходя из этого, их рекомендуется использовать только в тех случаях, когда необходимо протестировать поведение реального устройства [5].

Представим, что в разрабатываемом приложении необходимо протестировать класс для валидации адреса электронной почты. Класс имеет единственный статический метод, который принимает в качестве параметра объект типа String, то есть строку, с электронным адресом. Далее метод проверяет переданный адрес и возвращает true, если адрес корректный или false, если адрес некорректный.

Листинг 1

Исходный код тестируемого класса

```
public class EmailUtil {

    public static boolean isValid(String email) {
        if (email != null && !email.isEmpty()) {
            if (email.matches("^^[^@]*[a-zA-Z0-9]+@[a-zA-Z0-9]+[^\@]*$")) {
                if (email.matches("^[a-zA-Z0-9]+.*@+.*[a-zA-Z0-9]{2,}$")) {
                    if (email.matches("^[a-zA-Z0-9]+.*@+.*[.]{1}.*$")) {
                        if (!email.matches("^.*[.]+[.]+.*")) {
                            return email.matches("^([\\W]*[\\w@.-]*)$");
                        }
                    }
                }
            }
        }
        return false;
    }
}
```

Так как как класс не зависит от Android Framework, для тестирования достаточно написания локального модульного теста. Файл исходного кода теста должен храниться в \app\src\test\java, данная директория создается автоматически при создании нового проекта. Также для тестирования требуется фреймворк JUnit, по умолчанию он подключен и готов к использованию.

Для того, чтобы создать тестовый класс JUnit, необходимо создать класс, содержащий один или несколько тестовых методов. Тестовый метод начинается с аннотации @Test и содержит код для проверки одной функции тестируемого компонента. Помимо этого, тестовый метод не должен возвращать какое-либо значение. Проверка модулей на корректность выполняется с помощью утверждений. По умолчанию

утверждения предоставляются классом Assert фреймворка JUnit, но можно подключить другие, например Truth, Hamcrest или AssertJ [4].

Листинг 2

Исходный код локального модульного теста

```
public class EmailUtilUnitTest {

    @Test
    public void isEmailValid_CorrectEmail_ReturnsTrue() {
        assertTrue(EmailUtil.isEmailValid("sample@gmail.com"));
        assertTrue(EmailUtil.isEmailValid("sample_123@gmail.com"));
        assertTrue(EmailUtil.isEmailValid("s@g.co"));
        assertTrue(EmailUtil.isEmailValid("s@g.co.uk.media.pro"));
        assertTrue(EmailUtil.isEmailValid("info@xn--80a1acny.xn--p1ai"));
    }

    @Test
    public void isEmailValid_IncorrectEmail_ReturnsFalse() {
        assertFalse(EmailUtil.isEmailValid("sample"));
        assertFalse(EmailUtil.isEmailValid("sample@gmail"));
        assertFalse(EmailUtil.isEmailValid("sample@gmail.c"));
        assertFalse(EmailUtil.isEmailValid("sample.@gmail.com"));
        assertFalse(EmailUtil.isEmailValid("sample@.gmail.com"));
        assertFalse(EmailUtil.isEmailValid(".sample@gmail.com"));
        assertFalse(EmailUtil.isEmailValid("sample@gmail.com."));
        assertFalse(EmailUtil.isEmailValid("sample@gmail..com"));
        assertFalse(EmailUtil.isEmailValid("sample/email@gmail.com"));
    }

    @Test
    public void isEmailValid_NullEmail_ReturnsFalse() {
        assertFalse(EmailUtil.isEmailValid(null));
    }
}
```

После завершения тестирования, в IDE отобразится список всех тестовых классов и их методов, а также результат выполнения каждого из них. Если все тесты будут успешно пройдены, то процесс завершится с кодом 0 (рис. 1).

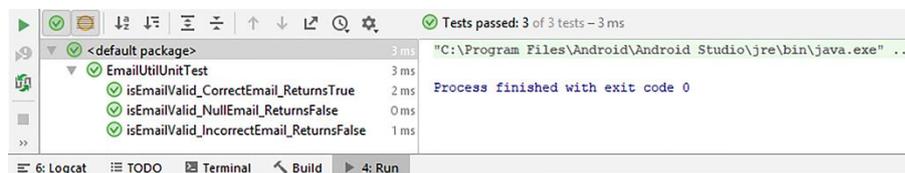


Рис. 1. Результат успешного выполнения тестов

Если хотя бы один тест не будет пройден, то процесс завершится с кодом -1, а также будет указано в какой строке кода тестового класса произошла ошибка (рис. 2).

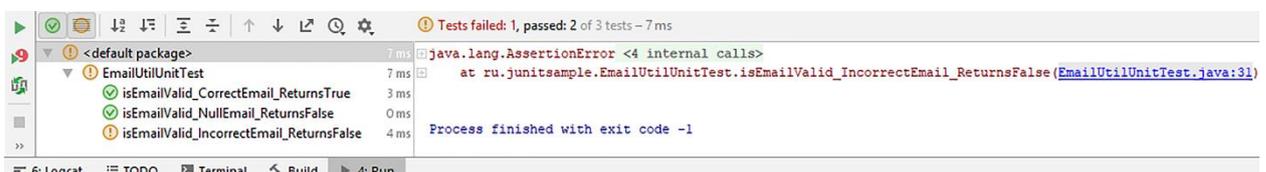


Рис. 2. Результат неудачного выполнения тестов

По итогам рассмотрения особенностей использования локальных модульных тестов в разработке приложений для платформы Android на языке Java можно сделать следующее заключение: написание тестов для каждого сложного модуля позволяет быстро проверить, не привело ли изменение кода к появлению ошибок в уже протестированных участках системы, а также облегчает обнаружение и устранение таких ошибок.

### Литература

1. Модульное тестирование [Электронный ресурс] // Википедия: Свободная энциклопедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Модульное\\_тестирование](https://ru.wikipedia.org/wiki/Модульное_тестирование) (дата обращения: 10.02.19).
2. Mock-объект [Электронный ресурс] // Википедия: Свободная энциклопедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Mock-объект> (дата обращения: 10.02.19).
3. Unit testing [Электронный ресурс] // Wikipedia: The free encyclopedia. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Unit\\_testing](https://en.wikipedia.org/wiki/Unit_testing) (дата обращения: 10.02.19).
4. Build local unit tests [Электронный ресурс] // Android Developers. URL: <https://developer.android.com/training/testing/unit-testing/local-unit-tests> (дата обращения: 10.02.19).
5. Build instrumented unit tests [Электронный ресурс] // Android Developers. URL: <https://developer.android.com/training/testing/unit-testing/instrumented-unit-tests> (дата обращения: 10.02.19).

УДК 004.89

## Применение методов машинного обучения для организации процесса подбора персонала

И.И. Ломов, В.А. Мельникова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** рекрутинг, подбор персонала, машинное обучение

*На данный момент машинное обучение активно применяется в различных сферах жизнедеятельности общества. Это связано с необходимостью глубокого анализа огромного массива накопленных данных с целью выявления новых закономерностей, оптимизации различных процессов. Крупные компании интегрируют алгоритмы машинного обучения в бизнес-процессы с целью прогнозирования различных исходов. Например, прогнозирование вероятности того, что человек с определенными характеристиками будет успешно справляться с обязанностями занимаемой им должности на основе методов машинного обучения, позволяет классифицировать соискателей по степени их профессиональной пригодности. Это положительно сказывается на эффективности деятельности организации в целом. В статье рассмотрены наиболее популярные методы машинного обучения. Выполнен сравнительный анализ нескольких моделей.*

В эпоху цифровой трансформации различные бизнес-процессы претерпевают серьезные изменения. Цифровые технологии открывают новые возможности для управления существующими ресурсами. В частности, информационные технологии постепенно проникают в область управления кадровыми ресурсами. Один из этапов управления кадрами – подбор персонала. Современные программные решения позволяют автоматизировать большинство рутинных действий, но окончательное решение остается за рекрутером.

В крупных компаниях, как правило, открыто множество массовых вакансий, которые предполагают наличие у кандидата определенных компетенций. Рекрутер принимает решение о принятии кандидата основываясь на информации из резюме, результатах тестирования и иногда результатах собеседования. Данный процесс занимает

достаточно много времени, а результат частично зависит от субъективного мнения рекрутера о конкретном кандидате. Процесс подбора персонала можно оптимизировать, исключить вероятность принятия неверного решения за счет использования методов машинного обучения.

Машинное обучение (Machine Learning) – обширный подраздел искусственного интеллекта, изучающий методы построения алгоритмов, способных обучаться [1]. Машинное обучение активно применяется в задачах прогнозирования, кластеризации, распознавания и т.д. В зависимости от поставленной задачи и исходных данных выбирается наиболее подходящий алгоритм машинного обучения. К ключевым методам машинного обучения относят: линейная регрессия; логистическая регрессия; линейный дискриминантный анализ (LDA); деревья решений; наивный Байесовский классификатор; К-ближайших соседей (k-NN); сети векторного квантования (LVQ); метод опорных векторов (SVM); бэггинг и случайный лес; бустинг и AdaBoost.

В рамках исследовательской работы предлагается классифицировать соискателей на два класса – подходящих и неподходящих на должность. В качестве исходных данных для обучения модели будут выступать сведения из резюме успешных сотрудников. Обученная модель должна на основе данных резюме соискателя относить его к категории успешных или наоборот.

Рассмотрим некоторые из описанных моделей и проведем эксперимент на тестовом наборе данных.

Логистическая регрессия – это статистическая модель, используемая для прогнозирования вероятности возникновения некоторого события путём подгонки данных к логистической кривой [2]. Данная модель способна быстро обучаться и отлично подходит для задач бинарной классификации.

Наивный байесовский классификатор – простой вероятностный классификатор, основанный на применении теоремы Байеса со строгими (наивными) предположениями о независимости [3]. Данный классификатор достаточно простой и может обучаться на малых наборах данных. Во многих случаях байесовский классификатор может оказаться лучшим среди алгоритмов машинного обучения. На основе обучающей выборке алгоритм вычисляет вероятность для каждого класса и условную вероятность класса при каждом значении  $x$  [4, с. 256].

Случайный лес или Random Forest – алгоритм машинного обучения, предложенный Лео Брейманом и Адель Катлер, заключающийся в использовании комитета (ансамбля) решающих деревьев. Алгоритм сочетает в себе две основные идеи: метод бэггинга Бреймана, и метод случайных подпространств, предложенный Tin Kam Ho [5]. Данный алгоритм способен справляться с большим числом признаков и классов, а сами признаки могут быть как дискретными, так и непрерывными. Алгоритм не чувствителен к масштабированию, но обученные модели могут быть очень большими.

Решающее дерево выдает недостаточно высокое качество классификации, поэтому строится множество деревьев, каждое из которых обучается на небольшом подмножестве данных исходной выборки. При необходимости сделать прогноз каждое дерево выдает свою оценку, а после все оценки усредняются [6].

Метод опорных векторов (SVM) – набор схожих алгоритмов обучения с учителем, использующихся для задач классификации и регрессионного анализа [7]. Основная идея данного алгоритма заключается в переводе исходных векторов в пространство более высокой размерности и поиск разделяющей гиперплоскости.

Гиперплоскость – это линия, разделяющая пространство входных переменных [6]. В общем случае идет поиск гиперплоскости, которая будет иметь наибольшее пространство между классами. Для этого строятся две параллельных гиперплоскости, разделяющих классы. Чем больше расстояние между этими плоскостями, тем меньше средняя ошибка классификатора.

k-NN – метрический алгоритм для автоматической классификации объектов или регрессии [8]. В задачах классификации объекту присваивается класс, который имеют k ближайших соседей. В задачах регрессии объекту присваивается среднее значение по k ближайшим к нему объектам.

Проведем сравнительный анализ приведенных методов машинного обучения. В качестве исходных данных выступает массив сведений о соискателях из 70 резюме. В 50% случаев соискатели были приняты на работу и являются успешными сотрудниками. Остальные соискатели вовсе не были приняты, либо не достигли поставленных целей. Задача состоит в том, чтобы на этапе отбора наиболее точно отнести соискателей к тому или иному классу. Фрагмент исходных данных представлен на рисунке 1. Результаты обучения алгоритмов на исходных данных представлены на рисунке 2.

	волен/ работает	Пол	Возраст	ысшего об	Профиль	Стаж	-во орг-	ны е о	ие анг. я	ДР- языки	ювания	прашиваемая з/
63	1	1	34	0	0	5.50	2	8	1	0	2	50000.00
36	1	2	34	1	2	7.00	2	16	1	1	1	70000.00
37	1	2	35	1	1	14.00	3	26	1	1	2	55000.00
38	1	1	32	1	1	7.00	2	19	1	0	1	45000.00
39	1	1	41	1	2	19.00	5	8	1	1	3	80000.00
40	1	1	39	1	2	19.00	4	14	1	0	1	212.00
41	1	1	35	1	2	14.00	3	6	1	1	3	85000.00
42	1	1	36	1	1	15.00	2	12	1	0	2	30000.00
43	1	2	40	1	1	18.00	4	23	1	0	2	50000.00
44	1	2	29	1	1	14.00	2	18	1	1	2	12000.00
45	1	2	31	1	1	10.00	2	11	1	1	1	45000.00
46	1	2	28	1	1	7.00	2	12	1	0	1	30000.00
47	1	1	27	1	2	14.00	3	25	1	1	3	120000.00
48	1	2	30	1	2	9.00	3	23	1	0	1	45000.00
49	1	2	28	1	1	15.00	2	28	1	0	1	70000.00
50	1	2	26	1	1	5.00	3	17	1	1	2	400000.00
51	1	2	24	1	1	2.00	2	16	1	1	2	500000.00
52	1	1	35	1	1	11.00	4	14	1	0	2	50000.00
53	1	2	27	1	1	6.00	3	11	1	1	2	50000.00
54	1	1	40	1	2	16.00	3	17	1	1	1	127200.24
55	1	2	30	1	1	11.00	5	15	1	1	2	100000.00
56	1	2	36	1	2	15.00	4	8	1	0	1	500000.00
57	1	2	26	1	1	9.00	3	19	1	0	2	70000.00
58	1	2	25	1	2	3.75	2	12	1	1	2	45000.00
59	1	2	30	1	1	12.00	2	16	1	0	2	45000.00
60	1	2	23	1	1	3.00	2	13	1	1	2	35000.00
61	1	2	39	1	1	10.00	2	33	1	1	2	45000.00
62	1	2	29	1	2	3.00	3	27	0	1	1	50000.00
64	1	1	45	1	2	20.00	5	15	1	1	1	100000.00
65	1	2	23	1	1	4.00	2	22	0	0	3	100000.00
66	1	2	0	1	1	24.00	4	11	1	1	0	50000.00
67	1	1	0	1	2	11.00	3	17	0	1	2	45000.00
68	1	2	40	1	1	15.00	3	29	0	1	3	35000.00
69	1	1	28	1	1	8.00	2	9	1	1	2	55000.00
70	1	2	28	1	1	10.50	3	30	1	0	3	0.00
3	0	1	0	0	0	13.00	6	30	0	0	0	0.00
24	0	2	38	0	0	16.50	6	47	0	0	0	40000.00
27	0	2	27	0	0	7.00	4	17	1	0	0	25000.00
28	0	1	23	0	0	2.00	6	33	0	0	0	0.00
30	0	1	24	0	0	2.00	4	15	0	0	0	30000.00
1	0	2	30	1	1	0.75	1	3	1	1	1	25440.05
2	0	1	24	1	2	3.00	4	8	0	0	3	0.00
4	0	1	37	1	1	6.00	4	19	1	0	1	0.00
5	0	1	36	1	2	13.00	7	15	0	0	2	0.00
6	0	1	42	1	2	14.00	6	15	1	0	3	42400.08
7	0	2	33	1	1	14.00	1	13	1	0	1	50000.00
8	0	2	33	1	1	7.00	6	33	1	1	1	62000.00

Рис. 1. Исходные данные

**Scores**

Method	AUC	CA	F1	Precision	Recall
Random Forest	0.953	0.900	0.900	0.900	0.900
Naive Bayes	0.942	0.900	0.900	0.900	0.900
SVM	0.923	0.871	0.871	0.872	0.871
Logistic Regression	0.878	0.814	0.814	0.815	0.814
kNN	0.803	0.700	0.686	0.745	0.700

Рис. 2. Результаты обучения моделей

Одним из способов оценить модель в целом, не привязываясь к конкретному порогу, является AUC-ROC (или ROC AUC) – площадь (Area Under Curve) под кривой ошибок (Receiver Operating Characteristic curve) [9]. ROC-кривая представлена на рисунке 3.

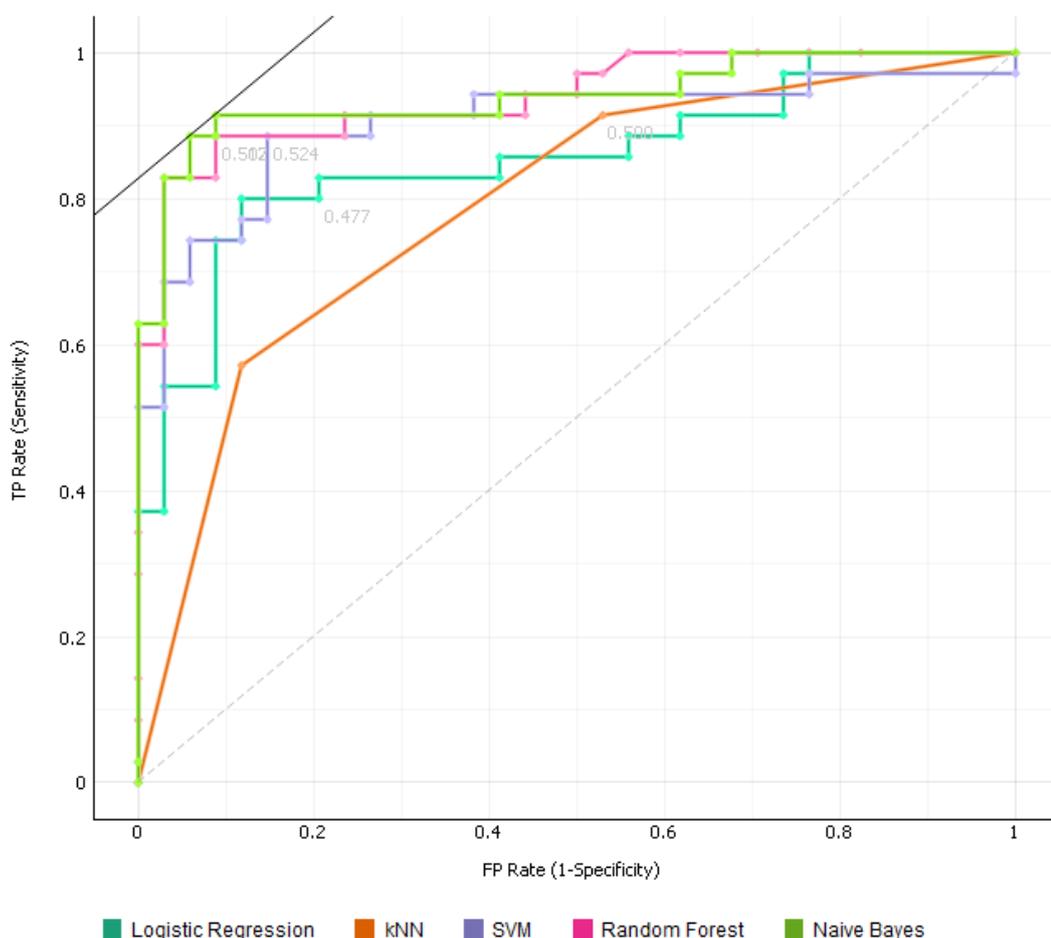


Рис. 3. ROC-кривая

Осуществим кластеризацию новых данных, которые представлены на рисунке 4. Результаты кластеризации представлены на рисунке 5.

	Пол	Возраст	исшего о	Профил	Стаж	во орг-	зные е оё	ние анг. яз	ДР- языки	ользования коми	прашиваема я з/
1	1	25	1	2	5	2	20	1	1	2	70000
2	1	34	1	1	0	1	10	1	0	1	100000
3	1	35	1	1	7	34	90	0	0	0	50000
4	0	35	1	1	7	34	90	0	0	0	50000
5	0	47	1	1	7	34	90	0	0	0	50000

Рис. 4. Новые данные

	Logistic Regression	kNN	SVM	Random Forest	Naive Bayes
1	<u>0.38 : 0.62 → 1</u>	<u>0.00 : 1.00 → 1</u>	<u>0.20 : 0.80 → 1</u>	<u>0.15 : 0.85 → 1</u>	<u>0.03 : 0.97 → 1</u>
2	<u>0.15 : 0.85 → 1</u>	<u>0.00 : 1.00 → 1</u>	<u>0.63 : 0.37 → 0</u>	<u>0.38 : 0.62 → 1</u>	<u>0.41 : 0.59 → 1</u>
3	<u>1.00 : 0.00 → 0</u>	<u>0.00 : 1.00 → 1</u>	<u>0.62 : 0.38 → 0</u>	<u>1.00 : 0.00 → 0</u>	<u>1.00 : 0.00 → 0</u>
4	<u>1.00 : 0.00 → 0</u>	<u>0.00 : 1.00 → 1</u>	<u>0.62 : 0.38 → 0</u>	<u>1.00 : 0.00 → 0</u>	<u>1.00 : 0.00 → 0</u>
5	<u>1.00 : 0.00 → 0</u>	<u>0.00 : 1.00 → 1</u>	<u>0.62 : 0.38 → 0</u>	<u>1.00 : 0.00 → 0</u>	<u>1.00 : 0.00 → 0</u>

Рис. 5. Результаты кластеризации

Таким образом, наилучшие результаты показал алгоритм случайного леса с двенадцатью деревьями. Аналогичные результаты показывает наивный байесовский классификатор. Остальные алгоритмы классифицируют кандидатов несколько хуже, поэтому они не очень подходят для решения поставленной задачи.

### Литература

1. Машинное обучение [Электронный ресурс] [http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное\\_обучение](http://www.machinelearning.ru/wiki/index.php?title=Машинное_обучение) (дата обновления: 21.03.19)
2. Логистическая регрессия [Электронный ресурс] [https://ru.wikipedia.org/wiki/Логистическая\\_регрессия](https://ru.wikipedia.org/wiki/Логистическая_регрессия) (дата обновления: 21.03.19)
3. Наивный байесовский классификатор [Электронный ресурс] [https://ru.wikipedia.org/wiki/Наивный\\_байесовский\\_классификатор](https://ru.wikipedia.org/wiki/Наивный_байесовский_классификатор) (дата обновления: 21.03.19)
4. Бринк Хенрик, Ричардс Джозеф, Феверолф Марк Машинное обучение. -СПб.: Питер, 2017. -336 с.: ил. -(Серия «Библиотека программиста»)
5. Random forest [Электронный ресурс] [https://ru.wikipedia.org/wiki/Random\\_forest](https://ru.wikipedia.org/wiki/Random_forest) (дата обновления: 21.03.19)
6. Обзор самых популярных алгоритмов машинного обучения [Электронный ресурс] <https://tproger.ru/translations/top-machine-learning-algorithms/> (дата обновления: 21.03.19)
7. Метод опорных векторов [Электронный ресурс] [https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод\\_опорных\\_векторов](https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_опорных_векторов) (дата обновления: 21.03.19)
8. Метод k-ближайших соседей [Электронный ресурс] [https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод\\_k-ближайших\\_соседей](https://ru.wikipedia.org/wiki/Метод_k-ближайших_соседей) (дата обновления: 21.03.19)
9. Метрики в задачах машинного обучения [Электронный ресурс] <https://habr.com/ru/company/ods/blog/328372/> (дата обновления: 21.03.19)

УДК 004.93.11

### Факторы, влияющие на критерий поиска маршрута движения

Е.В. Кузнецов

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** дестабилизирующие факторы; маршрут движения подвижных объектов; метод наикратчайшего пути; критерий оптимальности.

*В статье рассматриваются факторы, влияющие на критерий многопараметрического поиска оптимальных маршрутов движения подвижных объектов в условиях дестабилизирующих факторов. Существенное влияние на формирования критерия поиска маршрутов движения оказывают дестабилизирующие факторы. Дестабилизирующие факторы могут быть визуального, радиоэлектронного и физического*

*характера. Визуальное наблюдение осуществляется в целях обнаружения и определения местоположения ПО (колонны). Радиоэлектронное блокирование осуществляется для радиоэлектронного подавления (РЭП) средств телекоммуникации ПО, предназначенных для передачи информации по колонне и на пункт управления СКУ, в том числе навигационных данных от каждого транспортного средства. Кроме того, возможен ввод ложной информации в радиоканал и радионавигационные каналы с целью изменения маршрутов движения ПО. Физическое воздействия предусматривает захват или физическое уничтожение ПО.*

Перемещение в новый район ПО осуществляется в составе колонн транспортных единиц техники. В ряде случаев ПО перемещаются самостоятельно. Успех перемещения техники в новые районы и доставка материальных средств (грузов) подвижными объектами в значительной степени зависит от выбора маршрута движения. Хорошо выбранный маршрут обеспечивает безопасность движения и своевременное прибытие техники в назначенные районы [1, 2]. Выбор маршрутов движения осуществляется в следующей последовательности: изучение сети (графа) дорог; определение протяженности каждого элемента графа его класса и ширины проезжей части; изучение физико-географических и метеорологических условий в районе перемещения; анализ влияния дестабилизирующих факторов и степени внешнего воздействия на элементы графа дорог; изучение защитных свойств местности на каждом элементе; выбор показателей оценки эффективности поиска маршрутов с учётом дестабилизирующих факторов и защитных свойств местности; свертка показателей и присвоение весов ветвям графа дорог; формирование маршрутов и выбор оптимального маршрута. Маршруты содержат маршрутные точки, которые выбираются как у дороги, так и на некотором удалении от неё. Количество их зависит от скорости движения и характера маршрута. Чем сложнее маршрут, тем больше должно быть маршрутных точек. Главным условием для правильного выдерживания направления в движении по дорогам является непрерывность ориентирования, которое обеспечивает строгое следование колонны или одиночных машин по заданному маршруту. Потеря ориентировки ставит под угрозу выполнение полученной задачи. Навигационное и программно-картографическое обеспечение марша значительно повышает вероятностно временные показатели совершения марша. В качестве показателя эффективности выбора маршрута для ПО с навигационным обеспечением может использоваться время выполнения поставленной задачи при заданной устойчивости ПО к воздействию дестабилизирующих факторов или устойчивость при допустимом времени движения до конечного пункта. Время на совершение марша с навигационным и программно-картографическим обеспечением ПО сокращается, так как точное знание местоположения позволяет существенно повысить скорость движения ночью, при отсутствии ориентиров, при плохой видимости, на незнакомой местности. Кроме того, на перекрёстках не затрачивается время на выбор и уточнение направления движения. Немаловажен и психологический фактор, который вселяет уверенность в верности своего местоположения и направления движения по заданному маршруту [1, 2]. Существенное влияние на формирования критерия поиска маршрутов движения оказывают дестабилизирующие факторы. Дестабилизирующие факторы могут быть визуального, радиоэлектронного и физического характера. Визуальное наблюдение осуществляется в целях обнаружения и определения местоположения ПО (колонны). Радиоэлектронное блокирование осуществляется для радиоэлектронного подавления (РЭП) средств телекоммуникации ПО, предназначенных для передачи информации по колонне и на пункт управления СКУ, в том числе навигационных данных от каждого транспортного средства. Кроме того, возможен ввод ложной информации в радиоканал и радионавигационные каналы с целью изменения маршрутов движения ПО. Физическое воздействия предусматривает захват или физическое уничтожение ПО.[3]

Для увеличения зоны влияния и нанесения максимального ущерба средства дестабилизирующего воздействия размещаются, как правило, на летно-подъемных аппаратах (самолетах, вертолетах и беспилотные летающих аппаратах) [4]. Поэтому при

формировании маршрутов движения необходимо принимать меры по защите подвижных объектов от воздействия дестабилизирующих факторов. Как правило, совершение марша в составе колон или отдельными ПО осуществляется на местности, видимость которой ограничивается растительностью, горами, строениями и т. п. Это снижает возможности средств воздействия дестабилизирующих факторов. Поэтому наиболее простым и очевидным является использование защитных свойств местности. Данная задача значительно упрощается и автоматизируется при выборе маршрутов движения на электронной карте местности. При совершении марша в сложных физико-географических районах (лесистой и горной местности) каждый элемент (ветвь) дорожной сети обладает защитными свойствами рельефа местности и растительного покрова, которые необходимо учитывать при поиске оптимальных маршрутов движения в условиях воздействия дестабилизирующих факторов. Степень защиты ветвей графа дорог от дестабилизирующих воздействий зависит от параметров летно-подъемных аппаратов, рельефа и растительного покрова местности. При расчете весов ветвей графа необходимо учитывать высоту подъема источника наблюдения на летно-подъемном средстве (ЛПС), ПО и леса, а также профиль рельефа местности, местные предметы и строения на линии наблюдения. Конкретный рельеф местности, вследствие его многообразия, на этапе проектирования аналитически учесть крайне сложно. Поэтому ограничимся препятствиями леса.

Задача может быть решена с помощью графоаналитической модели, основанной на теории графов. Более того, в большинстве работ, где решается эта задача, применяется графоаналитический метод. По этому методу на дорожной карте каждый населенный пункт, представляется в виде одной из вершин графа, а все возможные дороги, соединяющие населенные пункты – ребра графа. Особенности данной задачи: для построения сети дорог используем полный неориентированный граф; в графе большое количество вершин; в графе нет ребер с отрицательным весом; изначально нет сети дорог, либо существует ее незначительная часть; все вершины (важность), включенные в схему, должны быть соединены с первой вершиной путями минимальной «длины»; в конечной схеме дорог не может быть циклов; каждое вновь добавленное ребро влияет на матрицу весов графа; после добавления очередного ребра в схему, необходимо пересчитывать матрицу весов графа; в конечную схему дорог могут быть включены не все вершины графа; при построении сети дорог необходимо знать, не только «длину» кратчайшего пути до вершины, но список вершин, через которые он проходит; на вес ребра влияют два несвязанных параметра: минимальное время нахождения колонны в пути и минимальная вероятность воздействия дестабилизирующих факторов.[5] Основной частью любого алгоритма, позволяющего построить схему сети дорог, является процесс поиска кратчайшего пути между начальной и конечной точкой следования. Следует уделить особое внимание выбору этого алгоритма, так как именно он выполняет основную часть работы программы и во многом определяет эффективность и время работы программы. Исходя из особенностей задачи, следует, что алгоритм поиска кратчайшего пути должен обладать определенными свойствами. К ним следует отнести эффективную работу с полными графами, малую сложность алгоритма (это одна из важнейших характеристик подобных алгоритмов). Кроме того, алгоритм должен искать пути между одной вершиной графа и всеми остальными и в нем должна быть возможность сохранения информации о маршруте между вершинами. Для нахождения кратчайших путей в графах разработано и реализовано на разных языках программирования много алгоритмов. К ним можно отнести алгоритмы: Дейкстры, Левита, Йена, Флойда-Уоршелла, ФордаБеллмана, Джонсона.

Для решения данного класса приемлемым является алгоритм Флойда-Уоршелла.

Алгоритм Флойда-Уоршелла – это динамический алгоритм для нахождения кратчайших расстояний между всеми вершинами взвешенного ориентированного графа. Его очень легко реализовать на любом языке программирования. Сложность алгоритма ( $n^3$ ), т.е. алгоритм имеет кубическую сложность. Тем не менее, алгоритм определяет

кратчайшие расстояния между всеми парами вершин, но не сохраняет информации о кратчайших путях.

Однако он обладает рядом недостатков: во-первых, в качестве вершин графа использовались только пункты назначения, что снижает точность расчета, во-вторых, использование в качестве алгоритма поиска кратчайших путей алгоритм Флойда-Уоршелла приводит к увеличению сложности алгоритма. Также алгоритм не учитывает особенности рельефа местности, данные которого необходимо корректировать вручную.

1. Присвоение каждому элементу промежуточной матрицы суммы соответствующих элементов матриц «веса» по времени передвижения в район сосредоточения.

2. Нахождение совокупности маршрутов, составляющих минимальное покрывающее дерево исходного графа.

3. Вычисление «веса» дорог данных маршрутов с учетом защищенности передвижения.

4. Сравнение ее с суммарной, полученной на предыдущей итерации. Если они равны – переходим к шагу 9, иначе – к шагу 5 итерационной процедуры.

5. Анализ полученного промежуточного решения для поиска повторяющихся участков, а также для определения давности использования каждого ребра.

6. Расчет новой матрицы весов.

7. Расчет по алгоритму Флойда-Уоршелла кратчайших маршрутов.

8. Переход к шагу 3.

9. Анализ решения для поиска дорог, использование которых нецелесообразно по критерию минимума времени в пути и защищенности. Если таких дорог нет – решение найдено, иначе – переходим к шагу 10.

10. Присвоение статуса "вспомогательных" вершинам, прокладка маршрутов к которым признана нецелесообразной.

Все эти данные вносятся в расчет вместе с исходными данными и впоследствии учитываются программой при поиске кратчайших путей. Это уменьшает общее время построения схемы сети дорог, упрощает процесс работы и позволяет учитывать географические особенности конкретного участка. Кроме того, в основной части алгоритма происходит добавление дополнительных точек в граф, которые дают возможность строить пути не только по вершинам-выделам графа. Эти точки располагаются на ребрах-дорогах, которые уже включены в схему сети. После нахождения кратчайшего пути, все ненужные вспомогательные вершины удаляются из графа. Это уменьшает длину пути между нижним складом и центром выдела и позволяет приблизить схему сети к реальным условиям.

### **Литература**

1. Снежко, В. К. Военные интегрированные системы навигации, связи и управления / В.К. Снежко, С.А. Якушенко. – СПб.: ВАС, 2014. – 456 с.

2. Якушенко, С. А. Информационно-расчетные задачи навигационно-связных комплексов специального назначения / С.А. Якушенко, М.А. Сазонов // Успехи современной радиоэлектроники. – 2015. – № 1. – С. 37–40.

3. Современная радиоэлектронная борьба. Вопросы методологии / под ред. В.Г. Радзивского. – М.: «Радиотехника», 2006. – 424 с

4. Якушенко, С. А. Анализ характеристик навигационной аппаратуры потребителя для полевых подвижных объектов [Электронный ресурс] / С.А. Якушенко, А.Ф. Курманаева // Международное научное издание. Сборник научных трудов SWorld – Вып. 4. – Том 7 – Режим доступа: <http://www.sworld.com.ua/konfer33/672.pdf>.

5. Якушенко, С. А. Навигационная аппаратура потребителя в многоканальной радиосвязи [Электронный ресурс] / С.А. Якушенко, П.Г. Роина // Международное научное издание. Сборник научных трудов SWorld – Вып. 4. – Том 7. – Режим доступа: <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/technical-sciences-413/electrical-engineering-radioengineering-413/20914-413-0673>.

УДК 004.4'236

## **Отбор алгоритмов машинного обучения, пригодных для программирования, ориентированного на решения задачи**

М.А. Босых, Д.Б. Горохов

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** программное обеспечение, машинное обучение, алгоритмы, задачи, Python.

*В работе рассмотрены понятие машинного обучения, приведены языки программирования, используемые в данной области, среди которых выделен Python. Указанные недостатки приведенных языков программирования делают актуальным разработку программного обеспечения, «ориентированного на задачи». Далее приводятся параметры, требуемые для реализации алгоритмов машинного обучения в Python, критерии оценки алгоритмов машинного обучения (точность, время обучения, количество параметров, гарантированно приводящих к решению задачи). На основании данной информации произведен отбор алгоритмов машинного обучения, пригодных для программирования программного обеспечения, ориентированного на решения задачи. Для отобранных алгоритмов приведены фреймворки для алгоритмов на языке Python и описание синтаксиса функций Python, реализующих соответствующие алгоритмы машинного обучения. Намечены дальнейшие шаги по достижению поставленной цели.*

Машинное обучение – актуальная и интенсивно развивающаяся область научного знания и передовая технологическая дисциплина. Общая задача машинного обучения заключается в восстановлении заранее не известной зависимости по выборке, составленной из пар «вход-выход». Машинное обучение используется в различных сферах нашей жизни, например, в здравоохранение для более точной диагностики заболеваний и оценки рисков для здоровья [1].

Для реализации алгоритмов машинного обучения используются различные языки программирования Java, R, C++ и Python. Востребованным для машинного обучения языком программирования является Python, т.к. он с удобочитаемым синтаксисом и существует множество библиотек для реализации алгоритмов, но использование требует знания синтаксиса Python [2]. Более просты в использовании программные средства с графическим интерфейсом Deductor, Orange, Microsoft Azure ML Studio, RapidMiner и т.д., но данный способ лишает пользователя возможности программирования [3].

В связи с вышесказанным представляет практический интерес разработка программного обеспечения, «ориентированного на задачи», т.е. на что придется сделать при максимальном сокрытии от пользователя так как это реализуется, с возможностью кодирования и генерирования кода на языке Python [4].

Для достижения поставленной цели прежде всего требуется решить следующие задачи: осуществить отбор алгоритмов машинного обучения, гарантированно приводящих к решению задачи; описать синтаксис функций Python, реализующих соответствующие алгоритмы машинного обучения.

Существует множество алгоритмов для решения задач машинного обучения.

На первом этапе отбора необходимо исключить те алгоритмы, которые не дают гарантии решения задачи, если принять какие-либо их параметры значениями по умолчанию.

Первый этап отбора представлен в таблице 1.

Таблица 1

Параметры, требуемые для реализации алгоритмов машинного обучения в Python

Алгоритм	Название и назначение	Значения, которые можно принять по умолчанию
1	2	3
Наивный байесовский классификатор	Priors	Зависит от предметной области
	var_smoothing	1e-9
Метод ближайших соседей	n_neighbors	5
	Weights	uniform
	Algorithm	Зависит от предметной области
	leaf_size	30
	P	2
	Metric	minkowski
	metric_params	None
	n_jobs	None
Нейронная сеть	hidden_layer_sizes	100
	Activation	relu
	Solver: 'lbfgs', 'sgd', 'adam'.	adam
	alpha	0,0001
	batch_size	auto
	learning_rate	constant
	learning_rate_init	0,001
Метод опорных векторов	C	1,0
	Kernel	rbf
	degree	3
	Gamma	auto
	coef0	0.0
	shrinking	True
	Probability	False
	random_state	None
Дерево принятия решений	criterion	gini
	splitter	'best'
	max_depth	None
	min_samples_split	2
	min_samples_leaf	1
	min_weight_fraction_leaf	0
Логистическая регрессия	Penalty	l2
	Dual	False
	Tol	1e-4
	fit_intercept	True
	intercept_scaling	1
	class_weight	None
	random_state	None
Полиномиальная регрессия	Degree	2
	interaction_only	False
	include_bias	Зависит от предметной области
Линейная регрессия	fit_intercept	True
	Normalize	False
	copy_X	True
	n_jobs	None
Метод k-средних	n_clusters	8
	init	Зависит от предметной области
	n_init	10
	max_iter	300

Продолжение таблицы 1

1	2	3
	tol	1e-4
	precompute_distances	Зависит от предметной области
	Verbose	0
	random_state	Зависит от предметной области
	copy_x	Зависит от предметной области
	n_jobs	None
EM-алгоритм	n_components	1
	covariance_type	full
	Tol	1e-3
	reg_covar	1e-6
	n_init	1
	init_params	kmeans
Алгоритм Apriori	Transactions	Зависит от предметной области
	min_support	0,5
	min_confidence	0,5
	max_length	8
	Verbosity	0
Алгоритм FP-growth	Data	Зависит от предметной области
	minSupport	0,3
	numPartitions	-1
Метод главных компонент	n_components	Зависит от предметной области
	copy	True
	Whiten	False
	svd_solver	Зависит от предметной области
	random_state	None
Многомерное шкалирование	n_components	2
	Metric	True
	n_init	4
	Verbose	0
	Eps	1e-3
	n_jobs	None

Исходя из количества параметров и значений которых можно принять по умолчанию, выбраны следующие алгоритмы: метод ближайших соседей; нейронная сеть; метод опорных векторов; дерево принятия решений; метод k-средних; логистическая регрессия; полиномиальная регрессия; линейная регрессия; алгоритм FP-growth; метод главных компонент; многомерное шкалирование; глубинная машина Больцмана.

Выбранные алгоритмы для каждой задачи необходимо сравнить по следующим критериям:

1. Точность. Получение наиболее точного ответа необходимо не всегда. Иногда достаточно приближенного ответа в зависимости от того, для чего он используется. В этом случае можно значительно сократить время обработки, придерживаясь более приближенных методов. Еще одним преимуществом более приближенных методов является то, что они естественным образом стремятся избежать чрезмерно высокой точности.

2. Время обучения. Количество минут или часов, необходимых для обучения модели, сильно отличается для различных алгоритмов. Время обучения часто тесно связано с точностью — одно обычно сопутствует другому. Кроме того, некоторые алгоритмы более чувствительны к количеству точек данных, чем другие. Когда время ограничено, это может повлиять на выбор алгоритма, особенно с большим набором данных.

3. Количество параметров. Параметры являются теми регуляторами, которые специалист по данным поворачивает при настройке алгоритма. Это числа, которые влияют на поведение алгоритма, например, чувствительность к ошибкам или количество итераций, или на варианты поведения алгоритма. Время обучения и точность алгоритма иногда могут быть очень чувствительными к точности задания параметров [5].

Сравнительный анализ алгоритмов машинного обучения представлен в таблице 2.

Таблица 2

Сравнительный анализ алгоритмов машинного обучения

Задача	Алгоритмы	Точность	Время обучения	Количество параметров	Выбранный алгоритм
Задача классификации	Метод ближайших соседей		Умеренное	8	
	Нейронная сеть	Высокая		22	
	Метод опорных векторов		Умеренное	14	
	Дерево принятия решений	Высокая	Умеренное	13	✓
	Логистическая регрессия		Быстрое	13	
Задача регрессии	Полиномиальная регрессия	Высокая	Умеренное	3	✓
	Линейная регрессия		Быстрое	4	
Задача ранжирования	Метод опорных векторов		Умеренное	14	
	Дерево принятия решений	Высокая	Умеренное	13	✓
Задача кластеризации	Метод k-средних		Умеренное	11	✓
	Нейронная сеть	Высокая		22	
Задача фильтрации выбросов	Метод опорных векторов		Умеренное	7	✓
	Метод k-средних		Умеренное	11	
Задача поиска ассоциативных правил	Алгоритм FP-роста	Высокая	Умеренное	3	✓
Задача сокращения размерности	Метод главных компонент	Высокая	Умеренное	7	✓
	Многомерное шкалирование		Умеренное	9	

На основе таблицы 2 для решения задач машинного обучения были выбраны следующие алгоритмы, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Выбранные алгоритмы для решения задач машинного обучения

Задача	Алгоритм
Задача классификации	Дерево принятия решений
Задача регрессии	Полиномиальная регрессия
Задача ранжирования	Дерево принятия решений
Задача кластеризации	Метод k-средних
Задача фильтрации выбросов	Метод опорных векторов
Задача поиска ассоциативных правил	Алгоритм FP-growth
Задача сокращения размерности	Метод главных компонент

Для выбранных алгоритмов необходимо реализация на языке Python и знание выходных параметров.

Описание синтаксиса функций машинного обучения при реализации в Python представлено в таблице 4.

Таблица 4

Описание синтаксиса функций Python, реализующих соответствующие алгоритмы машинного обучения

Алгоритм	Фреймворк	Название функции	Выходные параметры
Дерево принятия решения	Scikit-learn	Sklearn.tree.DecisionTreeClassifier	X_leaves – для каждой точки данных x в X вернется индекс листа x в конце.
Полиномиальная регрессия		Sklearn.preprocessing.PolynomialFeatures	self
Метод k-средних		Sklearn.cluster.KMeans	array, shape [n_samples,] - индекс кластера, к которому принадлежит каждая выборка.
Метод опорных векторов		Sklearn.svm.SVC	X – возвращается функция принятия решения образца для каждого класса в модели
Алгоритм FP-growth	Spark	FPGrowth	Список itemsets F[I](D, σ) для соответствующего префикса I
Метод главных компонент	Scikit-learn	Sklearn.decomposition.PCA	score(X[, y]) - возвращает среднее логарифмическое правдоподобие всех выборок.
Глубинная машина Больцмана		Sklearn.neural_network.BernoulliRBM	self - приталенная модель.

Для разработки программного обеспечения, «ориентированного на задачи», были решены первостепенные задачи: осуществлен отбор алгоритмов машинного обучения, гарантированно приводящих к решению задачи; описан синтаксис функций Python, реализующих соответствующие алгоритмы машинного обучения. Далее планируется разработать и реализовать графический интерфейс программного обеспечения.

### Литература

1. Курс «Машинное обучение» от Яндекса [Электронный ресурс]. URL: <https://yandexdataschool.ru/edu-process/courses/machine-learning#item-17>.
2. Рассел С. Искусственный интеллект: современный подход, 2-е изд. / С. Рассел, П. Норвиг – М.: Издательский дом «Вильямс», 2006. – 1408 с.
3. Бринк Х. Машинное обучение / Х. Бринк, Дж. Ричардс, М. Феверолф – СПб.: Питер, 2017. – 336 с.
4. Хокинс Д. Об интеллекте / Д. Хокинс, С. Блейкли – М.: Вильямс, 2016. – 240 с.
5. Microsoft Azure [Электронный ресурс]. URL: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/azure/machine-learning/studio/algorithm-choice>.

УДК 004.4'22

## **Инструментарий для работы с семантическими сетями на программной платформе Java**

А.С. Карнаухов, Д.Б. Горохов

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** семантические сети, Apache Jena, RDF.

*В настоящее время Интернет содержит миллионы страниц информации с различными видами документов. Большая часть информации в Интернете не имеет общей структуры, что делает ее анализ более трудным и затратным как по времени, так и по вычислительным ресурсам. Примером модели для представления данных может служить стандарт Resource Description Framework, разработанный консорциумом W3C. Формат описания ресурса RDF используется для представления информации в форме графа. Главной его целью является представление утверждений в виде, одинаково хорошо воспринимаемом как человеком, так и машиной. В статье описывается инструментарий Apache Jena, который позволяет работать с семантическими сетями на языке программирования Java, моделировать RDF-граф, выполнять запросы к данным с помощью языка SPARQL. Рассматриваются примеры описания RDF-ресурса.*

Семантическая сеть – это информационная модель данных, которая позволяет компьютеру интерпретировать семантику и значение информации. Данная сеть представляет значения с помощью онтологии и обеспечивает аргументацию, используя связи, правила, логику и условия, оговоренные в онтологии. На основе семантической технологии можно осуществлять обмен данными и их многократное использование в различных приложениях, корпорациях и даже сообществах [1].

Apache Jena – это бесплатный и открытый инструментарий (англ. Framework), использующий язык программирования Java. Apache Jena может быть использован для создания и запуска семантических веб-приложений, приложений, связанных данных, веб-инструментов [2]. Данный инструментарий предоставляет возможность работать с моделью описания данных RDF (Resource Description Framework), языком веб-онтологий OWL (Web Ontology Language), языком запросов к данным SPARQL (Protocol and RDF Query Language) и содержит механизмы логического вывода на основе правил [3]. Jena Framework включает:

- RDF API\*
- Чтение и запись RDF, XML, N3
- N-триплеты
- OWL API\*
- Механизм запросов SPARQL

\* англ. Application Program Interface – интерфейс программирования приложений.

В Apache Jena граф представлены в виде абстрактной «модели». Модель может быть получена из данных из файлов, баз данных, URL-адресов или их комбинации. С моделью можно работать при помощи SPARQL и SPARUL.

В Jena Framework есть классы объектов для представления графиков, ресурсов, свойств и литералов. Структура базовых классов простая и интуитивно понятная. Основные интерфейсы, представляющие ресурсы, свойства и литералы:

- RDFNode - базовый интерфейс для ресурсов или литералов
- Resource - RDF-ный ресурс (например <http://somewhere/JohnSmith>)
- Literal - RDF литерал ("John Smith")
- Property - свойство или предикат (VCard.FN)
- Statement - триплет "субъект" - "предикат" - "объект"

– Model - множество триплетов

Структура описания ресурсов (RDF) является стандартом средств описания семантики информационных ресурсов для среды XML, разработанным консорциумом W3C. Ресурсом в RDF может быть любая сущность — как информационная (например, веб-сайт или изображение), так и неинформационная (например, человек, город или некое абстрактное понятие) [4].

Утверждение, высказываемое о ресурсе и состоящее из трех частей, имеет вид "субъект – предикат – объект" и называется триплетом (Рис. 1). Утверждение "солнце желтого цвета" в RDF-терминологии можно представить следующим образом: субъект – "солнце", предикат – "имеет цвет", объект — "желтый". Для обозначения субъектов, отношений и объектов в RDF используются URI, универсальный идентификатор ресурса. URI может быть URL-адресом или каким-либо другим уникальным идентификатором [5].

Множество RDF-утверждений образует ориентированный граф, в котором вершинами являются субъекты и объекты, а рёбра отображают отношения.

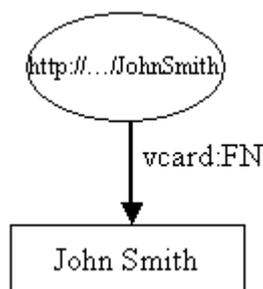


Рис. 1. Пример визитной карточки в RDF с информацией о человеке

Код для создания данного RDF-ресурса с помощью инструментария Apache Jena на языке программирования Java будет выглядеть следующим образом:

Листинг 1

Код ресурса визитной карточки

```
static String personURI = "http://.../JohnSmith";
static String fullName = "John Smith";
Model model = ModelFactory.createDefaultModel(); // создаем модель
Resource johnSmith = model.createResource(personURI); // создаем ресурс
johnSmith.addProperty(VCARD.FN, fullName); // добавляем свойства
```

Другим примером представления информации о человеке может являться следующий граф (Рис. 2):

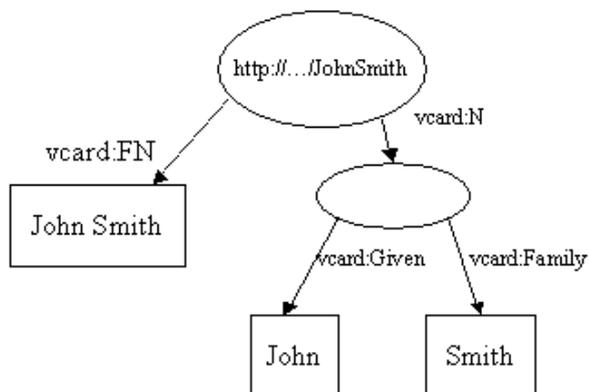


Рис. 2. Пример представления информации о человеке

В первом примере (Рис. 1) значение свойства было литералом. Свойства RDF также могут принимать другие ресурсы в качестве значения. Используя общие методы RDF, второй пример показывает, как можно представить части имени Джона Смита.

Код построения этого примера будет выглядеть следующим образом:

## Код ресурса информации о человеке

```
String personURI = "http://.../JohnSmith";
String givenName = "John";
String familyName = "Smith";
String fullName = givenName + " " + familyName;
// создаем пустую модель
Model model = ModelFactory.createDefaultModel ( );
// создаем ресурс и добавляем свойства
Resource johnSmith = model.createResource ( personURI ).addProperty ( VCARD.FN, fullName)
.addProperty ( VCARD.N, model.createResource ( )
.addProperty ( VCARD.Given, givenName )
.addProperty ( VCARD.Family, familyName));
```

В Apache Jena есть методы для чтения и записи RDF в виде XML разметки. Их можно использовать для сохранения модели RDF в файл для последующего чтения. Application Program Interface инструментария представлен в виде интерфейсов, чтобы код приложения мог работать с различными реализациями без изменений. Основным пакетом RDF для разработчика приложения является: com.hp.hpl.jena.rdf.model [3]. Этот пакет содержит интерфейсы для представления моделей, ресурсов, свойств, литералов, операторов и всех других ключевых понятий RDF, а также Model Factory для создания моделей. Чтобы код приложения оставался независимым от реализации, лучше всего использовать интерфейсы везде, где это возможно.

Таким образом, инструментарий Apache Jena дает возможность разработчику использовать семантические технологии, что позволит быстро и качественно создавать программный продукт для работы с моделью RDF.

## Литература

1. Segaran, T. Programming the Semantic Web / Segaran T., Evans C., Taylor J. – Sebastopol, USA: O'Reilly Media, 2009. – 302 p.
2. Apache Jena [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://en.wikipedia.org/wiki/Apache\\_Jena](https://en.wikipedia.org/wiki/Apache_Jena). – Загл. с экрана.
3. An Introduction to RDF and the Jena RDF API [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://jena.apache.org/tutorials/rdf\\_api](http://jena.apache.org/tutorials/rdf_api). – Загл. с экрана.
4. Семантические технологии Web [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ibm.com/developerworks/ru/library/wa-semweb/>. – Загл. с экрана.
5. Fensel, D. Spinning the Semantic Web: Bringing the World Wide Web to Its Full Potential / Fensel D., Wahlster W., Lieberman H., Hendler J. – Cambridge, USA: The MIT Press, 2002. 503 p.

УДК 004.822

### Преобразование семантической сети на основе автоматизированного анализа текста

А.С. Карнаухов, Д.Б. Горохов

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** семантические сети, обработка естественного языка, компьютерная лингвистика, лингвистический процессор.

*В настоящее время технологичные компании используют искусственный интеллект для автоматизации задач. В основе исследований в области искусственного интеллекта лежит подход, связанный со знаниями. Семантическая сеть - модель*

представления знаний в виде узлов, соединенных дугами. Самые первые семантические сети были разработаны в качестве промежуточного языка для систем машинного перевода, а многие современные версии до сих пор схожи по характеристикам с естественным языком. Семантические сети могут быть реализованы на любом языке программирования. Использование технологии обработки естественных языков в семантических сетях позволяет работать с большим объемом структурированных и неструктурированных данных. Благодаря этому стало возможно проектирование сложных поисковых движков, систем машинного перевода, диалоговых систем. В статье представлен обзор архитектуры семантических сетей. Рассматривается принцип работы лингвистического процессора при обработке естественных языков.

Семантическая сеть (англ. Semantic Network) – это информационная модель предметной области, которая представляет семантическое отношение между объектами в сети. Семантическая сеть имеет вид ориентированный графа, вершины которого являются объектом предметной области, а ребра задают отношения между ними (Рис. 1) [1].

В роли объектов сети могут выступать понятия, события, свойства:

– Понятия отражают сведения об абстрактных или физических объектах предметной области.

– События используются в качестве действий.

– Свойства позволяют уточнять понятия и события.

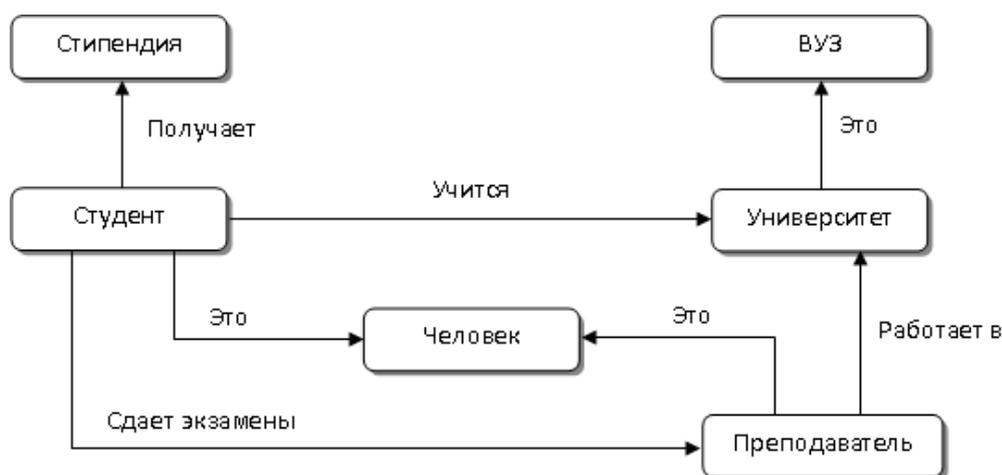


Рис. 1. Пример семантической сети

В зависимости от поставленных целей семантической сети определяется количество типов отношений, которое может достигать бесконечного множества. Каждое такое отношение является своего рода предикатом. В большом многообразии семантических отношений выделяют несколько основных классов [1]:

– Лингвистические отношения отражают смысловую связь между объектами сети.

– Логические отношения используются в качестве исчисления высказываний, то есть алгебры логики: дизъюнкция, конъюнкция, инверсия, импликация.

– Теоретико-множественные отношения позволяют описать отношение между элементом и множеством (подмножеством), отношение части и целого.

– Квантифицированные отношения используются в роли логической кванторы общности и существования.

Семантические сети, применяемые для описания естественных языков, используют лингвистические падежи. Главная идея заключается в том, чтобы понять значение предложения путем выстраивания связей, начиная со сказуемого. А именно, от глагола строится собственная сеть, включающая в себя «варианты использования» данного глагола (Рис. 2). Связи соответствуют роли существительного или группы существительных относительно глагола, входящих в заданное предложение [2]. К числу возможных ролей

относятся агент, объект, реципиент и инструмент (другие означают временные, пространственные, логические отношения и отношения между отдельными предложениями):

- Агент – это одушевленный инициатор и активный участник ситуации, контролирующей её протекание. Агент зачастую является подлежащим в предложении.
  - Объект – пассивный участник ситуации, на которого направлено действие. В предложении объект часто выполняет роль прямого дополнения.
  - Реципиент – участник, чьи интересы косвенно затронуты в процессе ситуации.
  - Инструмент – это средство, с помощью которого осуществляется действие.
- Пример: “Дима покрасил забор родителям краской” (Рис. 2).

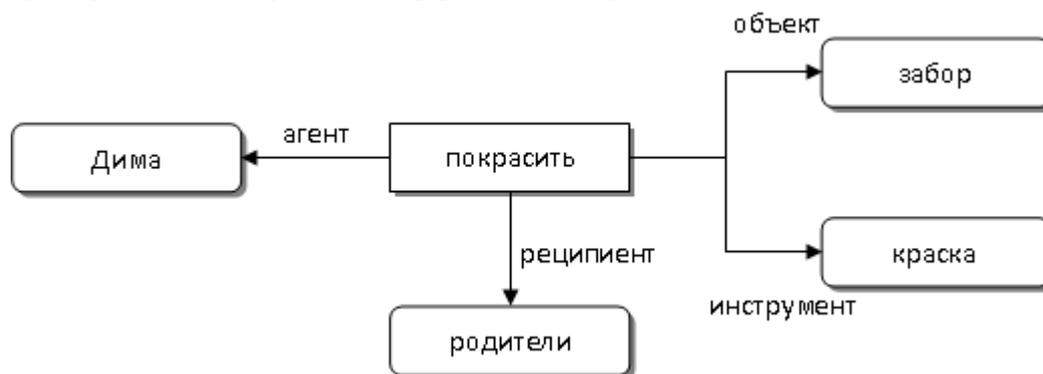


Рис. 2. Семантическая сеть предложения

Семантическая сеть может рассматриваться как метод представления структурированных знаний. Поиск решения на поставленный вопрос в такой базе знаний сводится к задаче поиска фрагмента сети. Скорость работы с базой знаний зависит от того, насколько эффективно сделаны программы обработки нужных отношений [3].

Глобальная семантическая сеть, созданная на основе всемирной паутины, получила название семантическая паутина (от англ. Semantic Web). Главная цель семантической паутины - это преобразование всего множества информационных ресурсов World Wide Web в единую базу знаний путём стандартизации представления информации, пригодной для машинной обработки. При построении такой масштабной семантической сети возникает сложность в связи с обработкой большим набором данных, поэтому для её реализации необходимы инструменты для автоматизированного описания семантики информационного ресурса и обработки представлений знаний о них. Использование автоматизированных подходов упрощает этот процесс, но повышает требования, предъявляемые к контролю качества. Одним из таких подходов является обработка естественного языка (англ. Natural Language Processing) [4].

Natural Language Processing (NLP) – это направление в области искусственного интеллекта (англ. Artificial Intelligence) и компьютерной лингвистики (англ. Computational linguistics). Основная идея заключается в автоматизированной обработке текста, написанного на естественном языке (английский, французский, русский и т.д.). NLP охватывает широкий спектр задач, начиная от низкого уровня, таких как сегментирование текста на слова и предложения, и заканчивая высоким уровнем, таким как семантическая аннотация и анализ мнения.

Сложность обработки естественного языка связана с тем, что это большая открытая многоуровневая система знаков с весьма неоднозначной структурой, так называемой грамматикой. Данная система возникла для обмена информации между людьми, и она постоянно изменяется в связи практической деятельностью человека. Стоит подчеркнуть, что для каждого естественного языка существуют свои правила грамматики, что существенно накладывает ряд сложностей на его моделирование [5].

Любая информация (например, художественный рассказ, научная статья и т.д.) представленная в виде естественного языка, состоит из отдельных элементов (знаков), и

возможно несколько способов разбиения информации на единицы, относящиеся к разным уровням.

Компонентная структурная организации естественного языка подразделяется на несколько общепризнанных уровней:

– Фонетический уровень выражается в виде фонем, которые представляет минимально различимый звук. Фонемы не имеют самостоятельного лексического значения, но они позволяют различать слова и морфемы.

– Морфологический уровень рассматривает структуру слова, формы словоизменения, способы выражения грамматических признаков. Основной единицей являются морфемы и словоформ.

– Синтаксический уровень представлен словосочетаниями и предложениями, которые необходимы для порождения конкретных сочетаний слов и синтагм, высказываний и фраз.

Единицы более высокого уровня можно разложить на единицы более низкого (например, слова на звуки), таким образом, проявляется иерархия уровней.

Сложность обработки естественного языка и его описание ведет к разделению этого процесса на отдельные этапы, каждый из которых соответствует уровню языка. На сегодняшний день большинство лингвистических процессоров относятся к модульному типу (Рис. 3). Каждый отдельный модуль процессора соответствует уровню анализа естественного языка [6]. В случае анализа текста выделяют отдельные модули:

– Tokenizer (Сегментация). Модуль выполняет разделение входных данных на самые простые единицы, так называемые токены, а сам процесс называется токенизация. Обычно токены соответствуют словам, цифрам и символам, которые разделены пробелами. Токенизаторы могут содержать ряд функций, описывающий токен. Например, с заглавной буквы он или нет. Следует отметить, что от качества реализации токенизатора зависит результат лингвистического процессора, так как незначительные ошибки могут повлиять на результат всех последующих модулей.

– Sentence Splitter (Разбиение предложений). Данный компонент выполняет разбиение текста на предложения. Он включает в себя поиск и определение функции знаков пунктуации, таких как точка, запятая. Сплиттеры используют подход, основанный на правилах и шаблонах языка. В некоторых лингвистических процессорах, например OpenNLP, сплиттеры запускаются перед токенизацией.

– Part-of-speech tagging, POS Tagger (Частеречная разметка). Модуль выполняет определение части речи слова в тексте, например, существительное. POS Tagger определяется с учетом не только самого слова, но и контекста, в котором оно стоит. Для реализации такого модуля в основном используют машинное обучение, потому что довольно сложно описать все правила для определения правильного описания слова с учетом контекста.

– Morphological Analyzer (Морфологический анализ) позволяет определить морфологические признаки у слова, например, время и лицо у глаголов. Зачастую, данный компонент имеет набор данных (Dataset), в котором уже определены признаки слов.

– Parsing/Chunking (Синтаксический анализ) выявляет синтаксические связи слов и грамматической структуры предложений. В основе данного модуля находятся алгоритмы поиска элементарных шаблонов (регулярных выражений), что позволяет использовать методы машинного обучения для повышения качества выходного результата.

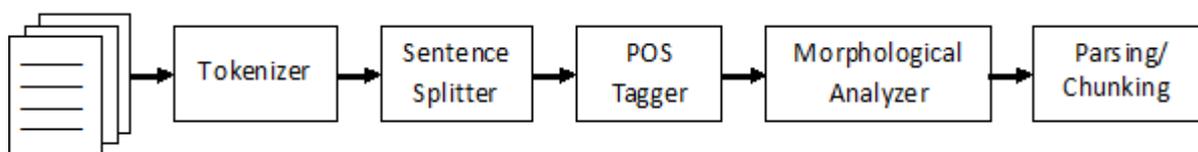


Рис. 3. Стандартные модули лингвистического процессора

Качество лингвистического процессора в настоящее время зависит от ряда важных факторов: точность выделения информационных объектов и связей между ними, избирательностью правил и процедур идентификации, возможностью и трудоемкостью настройки на необходимый язык, скоростью, с которой работает лингвистический процессор, и временем, которое потребуется для анализа текста [6].

Исходя из этого, лингвистический процессор можно рассматривать как многоэтапный преобразователь, трансформирующий входной текст в многоуровневую систему, понятную компьютеру. Поэтому выходные данные лингвистического процессора в результате автоматизированной обработки текста могут являться основой для создания семантической сети [4].

Таким образом, комбинация технологий Natural Language Processing и Semantic Network позволяет работать с большим объемом структурированных и неструктурированных данных, что просто невозможно при использовании традиционных реляционных инструментов. А разработка качественных лингвистических процессоров позволит приблизиться к созданию искусственного интеллекта, потому что понимание того, как устроен наш естественный язык даст возможность глубже погрузиться в мышление человека.

### Литература

1. Большакова, Е.И. Автоматическая обработка текстов на естественном языке и анализ данных / Е.И. Большакова, К.В. Воронцев и др. – М.: НИУ ВШЭ, 2017. – 269 с.
2. Семантические сети и обработка естественного языка [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.osp.ru/os/2017/02/13052229/>. – Загл. с экрана.
3. Методы и системы семантического анализа текстов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://swsys-web.ru/methods-and-systems-of-semantic-text-analysis.html> – Загл. с экрана.
4. NLP & the Semantic Web [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cambridgesemantics.com/blog/semantic-university>. – Загл. с экрана.
5. Шатохин, Н.А. Семантический анализ информации / Шатохин Н. А., Дмитриева О. А. – Донецк.: ДонНТУ, 2008. – 353 с.
6. Maynard, D. Natural Language Processing for the Semantic Web / Diana Maynard, Kalina Bontcheva. - Morgan & Claypool, 2017. – 180 p.

УДК 007.2

## Анализ особенности передачи данных по электросети

Д.С. Колтыгин, Г.А. Рау

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** PLC адаптеры, wi-fi связь, HomePlug AV, скорость, электрокабель.

*В статье рассматривается передача информации по силовым кабелям. Описывается история развития данной технологии, ее необходимость образования и возможная модификация. На основе собранной информации анализируются все преимущества и характеристики данной технологии, выбирается наиболее подходящая по параметрам модель PLC адаптера. Рассматриваются разные виды существующих адаптеров, выбираются подходящие по нужным характеристикам модели и приводятся ценовые свойства и возможная предоставляемая скорость передачи данных на конечном оборудовании. Рассматриваются возможности построения сети передачи по электрокабелю при помощи адаптеров и построение расширенной домашней локальной сети. Описывается полный метод подключения и бытового использования данной системы.*

Численность пользователей в интернете растет в геометрической прогрессии. В крупных зданиях не всегда существует возможность установить много wi-fi роутеров, для обеспечения дальности связи. Так же существует проблема труднодоступности отдаленных поселков, и эффект «последней мили» для коттеджных застроек, где весьма нецелесообразно и дорого протягивать дополнительные «ветви» кабеля.

В данный момент существует решение таких проблем. Передача информации по проводам ЛЭП применялась в США в 20-ом веке [1]. Она была необходима для связи диспетчеров между станциями метро.

Сейчас связь по ЛЭП осуществляется при помощи технологии PLC – Power line communication – эта технология представляет собой систему для передачи различной информации. Такая сеть передает данные, накладывая поверх стандартного переменного тока с частотой 50 Гц, обычный аналоговый сигнал. Данная технология включает технологии BPL и NPL. BPL – Broadband over Power Lines - широкополосная передача данных через линии электропередачи, которая достигает скорости до 500 Мбит/с. NPL – Narrowband over Power Lines – узкополосная передача данных с очень малой скоростью передачи, до 1 Мбит/с [2].

Принцип работы такой системы весьма прост. Приемник подключается к ЛЭП через фильтр присоединения, состоящий из конденсатора малой ёмкости и высокочастотного трансформатора. Далее уже любая розетка в доме может сдать местом выхода в интернет, благодаря обычному PLC - адаптеру. Такой адаптер находится в легкой доступности в каждом городе и приобретается, как правило, парно. В состав стандартного набора входит: два Power line - адаптера, два патч - корда и краткая инструкции. Сам PLC-адаптер из себя представляет маленькую коробочку с разъемом для кабеля стандарта RJ-45 [3].

В случае, где можно применить wi-fi роутер и необходимо просто расширить сеть можно обойтись такой схемой: в одной комнате подключить Power line - адаптер к электросети и соединиться с роутером при помощи Ethernet - кабеля. Затем, там, где необходимо, подключить к розетке другой power line-адаптер, (рис.1).

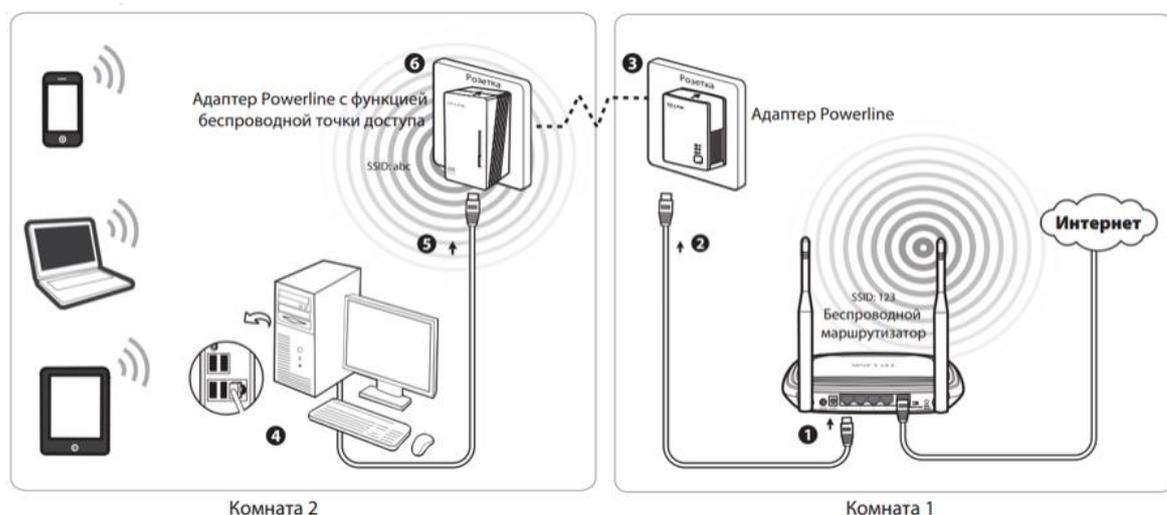


Рис.1. Схема построения ЛВС в доме

При выборе адаптера обязательно учитывают, для каких целей будет использовать сеть. Если это просмотр видео или онлайн игры, то лучше выбрать самые быстрые адаптеры на стандарте HomePlug AV. Существует две его вариации:

1. HomePlug AV адаптеры работают на разной скорости: 200 Мбит/с, 500 Мбит/с и 600 Мбит/с.

2. Стандарт HomePlug AV2 – скорость до 1200 Мбит/с. Такой стандарт очень требовательный к качеству проводки, так же необходимо заземление. Для достижения

такой скорости, она должна быть медной с очень хорошим качеством, поэтому для домов старой постройки не рекомендуется.

Для удовлетворения потребности клиента следует разобрать несколько различных моделей адаптеров, например компании «DNS»

Таблица 1

Основные характеристики параметров адаптеров

Наименование	Скорость передачи данных PowerLine Мбит/с	Комплек- тация	Цена	PLC технология	Скорость передачи данных Ethernet Мбит/с	Количество портов Ethernet
UPVEL UA-252PS	500	1	1650	HomePlug AV	100	2
Tenda P3	1000	1	1899	HomePlug AV 2	1000	1
TOTOLINK PL200 KIT	200	2	2299	HomePlug AV	100	1
D-Link DHP-309AV	200	2	2899	HomePlug AV	100	1

Проанализировав таблицу, можно сделать выбор в пользу UPVEL UA-252PS, т.к. он отвечает средним ценовым параметрам, неплохой скорости передачи данных и имеет 2 порта Ethernet.

Настроить и подключить PLC-адаптер совсем несложно, это устройство относится к классу PnP, так как подключаются к компьютеру через локальную сеть и не требуют какой-либо специальной настройки перед работой [3]

Таблица 2

Анализ достоинств и недостатков PLC технологии

Достоинства	Недостатки
Не требуется дополнительной прокладки кабеля.	Низкая пропускная способность сети, делящиеся по электропроводке между всеми участниками.
Простота использования технологии.	Сильное ослабление сигнала проходящего через сетевые разветвители-фильтры.
Возможность в любом месте оперативно развернуть сеть передачи данных.	Зависимость от работающих электроприборов, снижение скорости до 50%
Нет необходимости регистрировать оборудование как радиочастотное.	Сильные помехи на коротковолновом диапазоне
Маленькая ценовая стоимость	

Исходя из результата анализа, можно сделать вывод, что технология PLC может и должна получить обширную известность на уровне простого пользователя. Это может стать незаменимым решением проблемы для поселков с удаленным доступом и малой численностью, где вести оптоволокно или ставить радиорелейную станцию не выгодно по экономическим и географическим условиям. Самым удачным решением будет воспользоваться PLC-адаптером модели UPVEL UA-252PS из-за ряда его положительных качеств, таких как: доступная цена, качество, высокая пропускная способность и скорость передачи.

### Литература

1. Афанасьев М.А. Передача данных через силовую сеть. Режим доступа: <https://compress.ru/article.aspx?id=23598> (дата обращения: 29.03.2019)
2. Стрельцов Д.С. Интернет через розетку по технологии PLC на основе электросети. Режим доступа: <https://hobbyits.com/internet-cherez-rozetku-po-technologie-plc-na-osnove-elektroseti/> (дата обращения: 30.03.2019)
3. Никифоров. А.В. Технология PLC – телекоммуникации по сетям электропитания // «Сети и системы связи». – 2002. – №5.

## *Педагогика и психология в образовании*

---

УДК 378

### **Графический метод корреляционного анализа психологических и педагогических исследований**

Е.В. Фалунина

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** корреляция, корреляционный анализ, графический метод, анализ психолого-педагогических исследований, матрица графического метода корреляции.

*Статья посвящена проблеме проведения анализа и интерпретации результатов психологических и педагогических исследований методом корреляционной процедуры. Математические методы, как область технологий в науке, широко применяются в исследованиях психологического и педагогического направления. К одним из наиболее распространенных методов математики, относится метод корреляционного анализа, позволяющий проверить научные гипотезы о статистической зависимости значений двух или нескольких переменных. Корреляционная зависимость фиксируется в тех случаях, когда повышение уровня одной исследуемой переменной сопровождается повышением уровня другой. Инновационный подход к обработке фактических показателей, полученных в науке и образовательной практике эмпирических данных, позволяет быстро и с высокой точностью определить уровни и направленность корреляционной зависимости между двумя исследуемыми признаками. В статье предлагается к рассмотрению графический метод корреляционного анализа при работе с двумя исследуемыми факторами.*

Математические методы, как область технологий в науке, широко применяются в исследованиях психологического и педагогического направления. К одним из наиболее распространенных методов математики, относится метод корреляционного анализа, позволяющий проверить научные гипотезы о статистической зависимости значений двух или нескольких переменных, при условии, если исследователь имеет возможность их измерять и регистрировать.

Корреляционная зависимость наблюдается в тех случаях, когда повышение уровня одной исследуемой переменной сопровождается повышением уровня другой. Такая зависимость указывает на высокий или достаточный уровень «прямой корреляции». Если же нарастающая динамика одной переменной фиксируется одновременно с понижением уровня другой – указывает на высокий или достаточный уровень «обратной корреляционной зависимости». При наличии динамических изменений одного показателя, одновременно при отсутствии «движения» в показателях другого – следует фиксировать отсутствие корреляционных связей.

В психолого-педагогических исследованиях под «переменными» понимаются данные тестирований, наблюдений, экспериментов, анкетирований и т.п. Например, использование корреляционного анализа позволяет исследователю получить количественно выраженную оценку взаимосвязи таких признаков, как успешность обучения и степень профессиональных достижений; уровень притязаний и стрессоустойчивость; тревожность и внутригрупповой статус; социальная адаптированность и агрессивность в конфликтной ситуации и т.п.

Усиление интереса в психологической науке к потенциалу корреляционного анализа обусловлено целым рядом причин:



«низкого» – 20–40%, «среднего» – 40–60%, «высокого» – 60–80% и «очень высокого» – 80–100%).

Проведя горизонтали и вертикали по выделенным уровням, мы получим матрицу графического корреляционного анализа (рис. 2.).

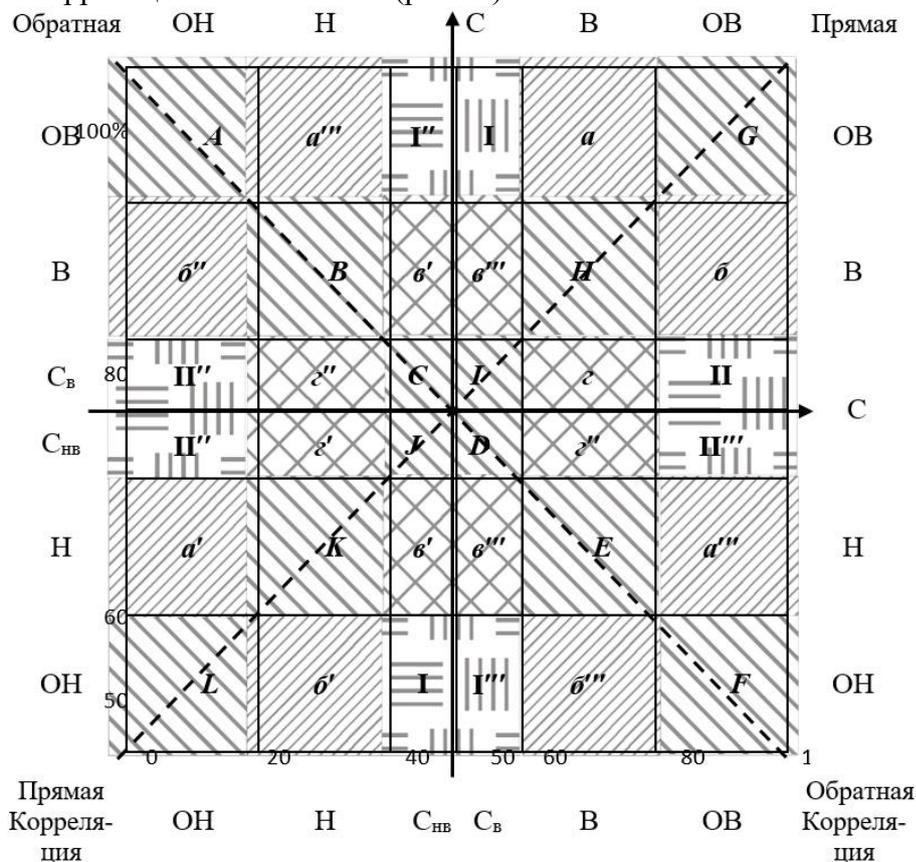


Рис. 2. Матрица графического метода корреляционного анализа

*Примечание:*

*ЛАТ* – высокий уровень прямой и обратной взаимосвязи (корреляции);

*рус* – средний уровень прямой и обратной взаимосвязи (корреляции);

*РИМ* – низкий уровень прямой и обратной взаимосвязи (корреляции).

Квадранты, лежащие в области диагонали, проведенной в данной матрице с правого верхнего угла в левый нижний, относятся к высокому уровню прямой корреляции. Квадранты, «прилежащие» к данной диагонали, показывают средний уровень прямой корреляции. Далее всего положенные квадранты – относятся к «низкому уровню» корреляционной зависимости и интерпретируются как «отсутствие корреляции» как таковой. Квадранты, лежащие на диагонали, проведенной с левого верхнего угла в правый нижний, относятся к «высокому уровню обратной корреляции». Соответственно прилежащие к данной диагонали квадранты относятся к «среднему уровню», а далее всего положенные – к «низкому уровню» корреляционных связей.

### Литература

1. Фалунина Е.В. Методы математической статистики в психолого-педагогических исследованиях. Модели решения профессиональных задач: Монография. – Братск: БрГУ, 2018. – 154 с.
2. Фалунина Е.В. Метод погруженного обучения в процессе подготовки педагогов-психологов. // Совершенствование качества профессионального образования: материалы VI Всероссийской научно-методической конференции. – В 4 ч. – Братск: ГОУ ВПО «БрГУ», 2009. – Ч. 3. – 328 с.

УДК 373

## **Изучение эффективности методов и приемов менеджмента в управлении общеобразовательной школой**

Ю.И. Рыженко, Е.В. Лодкина, Е.В. Фалунина

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** общеобразовательная школа, управление, менеджмент, эффективность.

*В статье дается характеристика существующих стилей руководства. Поясняется, насколько продуктивным является каждый из них. Выявлено, какой стиль руководства наблюдается в конкретной общеобразовательной организации. Кроме того, объясняется, в силу чего именно данный стиль работает наилучшим образом. В статье также рассмотрены методы и приемы менеджмента в реалиях современной общеобразовательной школы города Красноярск. Указано, чем может быть представлен тот или иной метод и прием, после чего приведены конкретные ситуации, иллюстрирующие их применение. Все ситуации взяты из реальной жизни и деятельности педагогического коллектива средней общеобразовательной школы, что позволяет изучить и проверить теорию при помощи практики. В ходе эмпирического наблюдения сделаны выводы об эффективности указанных методов и приемов.*

Современная общеобразовательная школа – это один из наиболее значимых социальных институтов в жизни каждого человека. Как педагоги школ, так и руководители стремятся сделать обучение в школе наиболее продуктивным. Для того чтобы достичь этой цели, необходимо максимально логично выстроить учебный процесс и эффективно организовать работу всего учреждения в целом. Именно поэтому заявленная тема статьи является актуальной на сегодняшний день.

Целью нашей работы явилось изучение методов менеджмента, при помощи которых можно организовать работу школы наиболее эффективно и продуктивно.

Гипотеза исследования предполагала, что профессиональная деятельность сотрудников педагогического коллектива средней общеобразовательной школы будет наиболее эффективна, если действия и взаимоотношения руководителей образовательного учреждения на всех уровнях с педагогами школы будут максимально слаженными и гармонично выстроенными.

Эмпирическое исследование проводилось посредством метода стандартизированного наблюдения. В качестве экспериментальной базы исследования выступило МБОУ «СОШ № 121» города Красноярск. В исследовании приняло участие 50 человек, из них 5 человек представляли административный корпус данного образовательного учреждения.

Теоретический анализ научной литературы показал, что управленческий процесс может быть реализован различными психологическими стилями, такими как – директивный (авторитарный), демократический, либеральный и ситуационный.

Руководитель любого уровня, на первых этапах своего вхождения в должность и принимая на себя должностные обязанности, определяет пути и стратегии своего управленческого потенциала, к которому, несомненно, относятся и его непосредственные индивидуально-личностные особенности, и профессиональная готовность к такого рода ответственности, и ценностно-смысловые ориентиры – как направляющие составляющие всех его действий, отношенческих позиций, поведения и деятельности в целом [1].

Согласно теории Курта Левина, в определении различных стилей руководства, ученый обратил внимание на тот факт, что руководители различных предприятий

независимо от специфики их производства, так или иначе подходят к вопросу управления персоналом [2].

Ученый в своих исследованиях показал, что авторитарные лидеры четко формулируют свои ожидания в отношении того, что должно быть сделано, каким путем, с какими затратами и в какие сроки. Они не склонны к компромиссам и держат четкую дистанцию с подчиненными; стремятся принимать решения, самостоятельно не опираясь на мнение членов руководимой им группы. Такой стиль в глазах, подчиненных выглядит как всесторонний контроль, проявление властности и диктатуры, с максимальной степенью недоверия и сознательным «возвышением» себя над членами коллектива. Люди для такого руководителя – это то «средство», с помощью которого он достигает поставленных целей. Человеческий фактор – не берется во внимание; ценность профессионализма и индивидуальный вклад каждого члена коллектива – не учитывается. Авторитарный руководитель не умеет ценить специалистов в своем звене. Часто наблюдается под его руководством – высокий поток или «текучка» кадров.

Либеральный (или попустительский) стиль – самый непродуктивный в управленческой системе. Руководитель «безразлично» относится к тому делу, которому призван «служить». Ему «все равно» что происходит в руководимом им коллективе и как обстоят дела в производстве на самом деле. Члены его группы часто не способны организовать совместную работу, а также не готовы работать самостоятельно. При условии же, если участники производства имеют высокую квалификацию – они самостоятельно начинают принимать на себя обязанности руководящего звена. В таком случае коллектив часто сталкивается с проблемой либо неудачного распределения «ролей» и обязанностей, либо со снижением или отсутствием мотивации к деятельности в принципе.

Демократический (или сопричастный) стиль в практике руководителя чаще всего выбирают те лидеры, которые настроены на помощь членам их коллектива в принятии групповых решений, в проявлении каждым участником его жизненной позиции, в раскрытии внутриличностного потенциала, всех его способностей и возможностей, для быстрой и успешной реализации и самореализации всех субъектов производственного или образовательного процесса. Такой руководитель стремится поощрять организационную работу и коллегиальную деятельность. Члены группы чувствуют себя полноценными участниками процесса, позитивно мотивированными и творчески настроенными. Основным недостатком данного стиля является то, что демократичный руководитель, делегируя полномочия и доверяя членам управляемой группы, не вполне готов полностью принять на себя ответственность за конечный продукт деятельности. Стремясь уважать мнения всех членов коллектива – боится обидеть каждого при принятии решения.

Такой недостаток демократичного руководителя компенсирует «ситуативный» (или «ситуационный») стиль, при котором лидер коллектива к подчиненным относится с демократической позиции, но при окончательном принятии решения степень ответственности берет на себя, вынося окончательный «вердикт» в спорных профессиональных вопросах или личностных конфликтных ситуациях – и действует как руководитель «авторитарный», за что и ценят и уважают его члены управляемой им команды [3].

Исследование и анализ управленческих стилей современной образовательной системы чаще всего приводят к выводу о том, что описанные в науке отношенческие позиции руководителей к подчиненным не актуальны в педагогической практике сегодня. Последние данные эмпирических наблюдений и опросов респондентов показывают, что реальный стиль управления в современном мире более всего определяется как «тоталитарно-попустительский». Он указывает, с одной стороны, на отсутствие у руководителей уважительного и ценного отношения к членам коллектива, которые легко относятся к «смене профессиональных кадров» и живут по принципу «незаменимых людей нет»; а с другой стороны – не готовы нести никакой ответственности за полученный конечный результат общей коллективной деятельности – т.е. «сбрасывают» свою

ответственность на всех и каждого в организации. С психологической точки зрения – это «утопический» подход в управленческой деятельности: когда отвечают все – не отвечает «никто», и в конечном итоге – цель не достигается, либо достижение фактически является «формальным» и далеким от реального роста и развития организации.

Подходя к вопросу изучения эффективности методов и приемов менеджмента в управлении общеобразовательной школой, организовав стандартизированное наблюдение за стилистикой управления руководителей высшего и среднего звена, а так же за процессом и результативностью профессиональной деятельности педагогического коллектива, удалось прийти к выводу о том, что в указанной школе чаще всего преобладает ситуационный стиль управления. Руководящее звено оповещает работников об имеющейся проблеме, после чего назначается дата для обсуждения возникшего вопроса. Все педагогические сотрудники активно включаются в работу. Как заведующие по учебно-воспитательной работе, так и сам директор не используют психологического давления на коллег, ввиду чего решения осуществляются в благоприятном с психологической точки зрения климате. Как результат, из возникающих проблем быстро находится выход. Это также становится возможным благодаря тому, что каждый человек нуждается в уважении со стороны других людей и одобрении его мнения. В противном случае возникает нежелание осуществлять какую-либо деятельность [4]. Когда необходимо принять сложное решение, ответственность главным образом берет на себя само руководящее звено.

Переходим к описанию методов и приемов менеджмента и проверке эффективности их применения в общеобразовательной школе №121 города Красноярска.

1. Методы и приемы, направленные на повышение мотивации работников. Это устная похвала, выплата премий и объявление благодарности.

Работает ли такой метод в конкретном учреждении? Ситуация 1. Учитель участвовал в молодежных педагогических играх и занял призовое место по городу. Успешное выступление не было проигнорировано администрацией. Учитель получил премию (за счет средств стимулирующего фонда), его поблагодарили на педагогическом совете и заведующие по учебной работе опубликовали данную новость на сайте. Результат: данный учитель желает участвовать в следующем туре конкурса и дальше продвигать свою школу, а значит, и самосовершенствоваться, и мотивировать учеников на более высокие образовательные результаты.

2. Методы, связанные с организацией рабочего времени. Это своевременная подготовка графиков работы, четкое планирование проведения плановых и экстренных совещаний.

Узнать, насколько эффективен метод, можно при помощи ситуации 2. В школе была осуществлена эвакуация в связи с угрозой безопасности учащихся. На следующий день возникла необходимость в проведении экстренного совещания по данному вопросу. В целях оповещения всего коллектива были задействованы мессенджеры и письменные объявления, благодаря чему была обеспечена высокая явка.

3. Методы, направленные на успешное планирование. Это целевые стратегии, метод «швейцарского сыра», на котором мы остановимся подробнее.

Это прием, который позволяет собрать максимальное количество ресурсов и осуществить плановую подготовку. Необходимо начинать с небольшого «мозгового штурма» и затем осуществлять более глобальное рассмотрение проблемы. Ситуация 3: коллективу необходимо подготовить метапредметные диагностические работы. Стратегия такова: сначала каждый работник делает наброски по теме. Затем необходимо обсудить это на методическом объединении. Наконец, все предложения выносятся на общее совещание и создается продукт. Метод эффективен, так как коллективу школы удалось детально продумать работы и в дальнейшем использовать их.

4. Методы, связанные с информацией и коммуникацией. Это рациональное (но все же, применение) телефона на совещаниях, листки-памятки.

Ситуация 4: ознакомить коллег с порядком эвакуации учащихся. Часть педагогов предпочла памятки в печатном виде, остальные решили воспользоваться инструкциями на электронной почте. Это привело к тому, что некоторые начали отвлекаться от сути совещания, так как телефон послужил дистрактором. Как следствие, данный метод на совещании оказался малоэффективным [5].

В результате проведенного наблюдения за работой педагогического коллектива и администрации (будучи активным работником коллектива), удалось установить, что указанные методы и приемы менеджмента оказались эффективными и позволили сделать совместную работу руководящего звена и сотрудников продуктивной и полезной обеим сторонам. Безусловно, необходимо внесение корректировок в дальнейшую работу, что позволит наращивать эффективность сотрудничества.

Позитивные выходы из ситуаций также продемонстрировали, что демократический стиль управления – это оптимальная менеджерская стратегия в средней общеобразовательной школе.

### Литература

1. Фалуни В.Ф., Фалунина Е.В. Проблема развития личности руководителя как субъекта профессиональной деятельности. // Проблемы социально-экономического развития Сибири. – 2014. – №4 (18). С.102-108.
2. Чечель И.Д. Директор школы и его команда: стратегия и тактика коллективного профессионального развития. – М., 2016. 192 с.
3. Фалуни В.Ф., Фалунина Е.В. Актуализация проблемы развития личности полисубъектного руководителя. // Проблемы социально-экономического развития Сибири. – 2014. – №3 (17). С. 76-78.
4. Бахрамова Г.А. Принципы управления школой на основе менеджмента. // Педагогика и современность. 2017. №1. С. 81-85.
5. Панышина Т.В. Педагогический менеджмент и управление в современной школе: учебное пособие. – Усть-Каменогорск, 2011. – 205 с.

УДК 159.9.07

## Поликультурная компетентность педагогов ДОО в процессе взаимодействия с семьей

Т.Л. Грекина, М.В. Трофимова, Е.В. Фалунина

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** дошкольное образование, поликультурная компетентность, взаимодействие с семьей.

*Российская Федерация является поликультурным и полиэтническим государством, в котором, на уровне Конституции, заявлены ценности гармоничного и уважительного отношения друг к другу всех народов и народностей, вне зависимости от их численности и населенности, а так же конфессиональных направленностей, что порождает потребность в формировании и развитии поликультурной компетентности всех субъектов образовательного процесса, а в особенности тех людей, чей профессиональный долг определяется толерантным отношением, высокой гражданской позицией, нравственностью, национальной и религиозной терпимостью, уважительным отношением к языкам, традициям и ценностям иных культур. В статье поднимается проблема профессиональной готовности педагогов дошкольной образовательной организации к работе с семьями детей-мигрантов в контексте поликультурной компетентности; уточняется определение «поликультурной компетентности»;*

*определяется готовность педагогов изучать многообразие культур с целью мирного существования и взаимодействия в полиэтнической среде. Показано, что семья и детский сад – это два общественных института, которые стоят у истоков нашего будущего. Сотрудничество педагогов с родителями для достижения задач по поликультурному воспитанию дошкольников является неотъемлемой частью образовательной деятельности дошкольного учреждения.*

В последние десятилетия в Российской Федерации сложилась ситуация, связанная с миграционными процессами. Все больше и больше в стране появляется детских садов с поликультурным содержанием, состоящим из воспитанников коренного населения и детей из семей мигрантов. В таком положении педагоги ДОО должны планировать педагогическую деятельность с опорой на знания психологической сущности и специфики поликультурной группы, понимать и учитывать феномен, который возникает у человека при миграции [1]. Насколько успешно пройдет социальная адаптация детей-мигрантов в новых условиях жизнедеятельности, зависит от взаимодействия ДОО с семьей.

ФГОС ДО отводит особую роль взаимодействию педагогов ДОО с различными категориями семей воспитанников, в том числе с семьями мигрантов. В стандарте закреплён ряд требований, который указывает на поддержку семьи и оказании ей квалифицированной психолого-педагогической помощи [2] в вопросах гармоничного воспитания и развития личности ребенка, а также в повышении уровня развития педагогической культуры педагогов и родителей в поликультурном образовании (ФГОС ДО п. 1.3.5.; 1.6.9.; 3.2.8) [3].

Вместе с пониманием актуальности данной проблемы, выделяется противоречие между современными требованиями к построению взаимодействия между участниками образовательного процесса и потенциальными возможностями педагогов в вопросах оказания квалифицированной психолого-педагогической помощи [4] данной категории семей.

Актуальными остаются вопросы: о развитии поликультурной компетентности педагогов в построении взаимодействия с семьей; о психолого-педагогическом сопровождении педагогов ДОО в повышении уровня их поликультурной компетенции; об оснащении педагогов психолого-педагогическими технологиями и методиками, посредством которых педагог мог бы эффективно взаимодействовать с семьями воспитанников разных культур и национальностей [5].

Рабочая гипотеза нашего исследования предполагала, что формирование поликультурной компетенции у педагогов ДОО в процессе взаимодействия с семьями воспитанников будет более эффективной, если построение методической работы с педагогами в дошкольной образовательной организации будет направлено на: формирование полисубъектности личности воспитателя; на развитие полисубъектного взаимодействия педагогов в поликультурной образовательной среде, предполагающего наличие навыка толерантного отношения к этнокультурным и конфессиональным различиям всех участников образовательного процесса.

Целью исследования явилось изучение поликультурной компетентности педагогов ДОО в процессе взаимодействия с семьей.

Для достижения цели и доказательства выдвинутой гипотезы мы поставили ряд задач, отвечающих логике исследования: изучить психолого-педагогическую литературу по выявленной проблеме; выбрать и обосновать методы и методики для проведения эмпирического исследования; провести эмпирическое исследование на предмет изучения уровня сформированности поликультурной компетентности педагогов ДОО; представить анализ полученных фактических данных.

Методологической основой нашего исследования послужили общенаучные принципы отечественной психологии: принципы активности, системности, единства сознания и деятельности, детерминизма (Б.Г. Ананьев, Л.С. Выготский, С.Я. Рубинштейн, А.Н. Леонтьев, К.К. Платонов и др.). Труды современных педагогов и психологов: о

системе работы с родителями в дошкольном учреждении (Е.П. Арнаутова, В.П. Дуброва, О.Л. Зверева, Л.Н. Свирская); о теоретических основах повышения компетентности педагогов в построении взаимодействия с семьями воспитанников (А.Г. Гогоревидзе, О.В. Солнцева); о условиях эффективности формирования у педагогов ДОО профессиональной компетентности в процессе взаимодействия с семьей (Л.А. Башарина, Н.Е. Костылева, Н.Н. Лобанова, Е.В. Прозорова); о стратегии взаимодействия культур (А.М.Макарчук, Т.А.Лютая, А.И.Щепина, Е.В.Фалунина); о межкультурном взаимодействии в современном мире (Е.В. Лодкина, Е.В. Фалунина) [6].

В нашем исследовании мы использовали методику «Стратегии взаимодействия культур» (А.М.Макарчук, Т.А.Лютая, А.И.Щепина, Е.В.Фалунина) [7].

На первом теоретическом этапе нашего исследования мы выяснили, что взаимодействие рассматривается как способ организации совместной деятельности между субъектами, цель которой – добиться взаимопонимания и сотрудничества. Условиями успешного взаимодействия ДОО с семьями воспитанников являются [8]:

- готовность педагогов к сотрудничеству с семьей;
- готовность родителей к совместному с педагогами воспитанию своих детей;
- осуществление педагогической диагностики особенностей семьи, семейного воспитания ребенка;
- определение значимых для педагогов и родителей задач содержания, на основе которых будет осуществляться взаимодействие.

При взаимодействии с семьями воспитанников педагогам необходимо опираться на принципы [8]:

- принцип педагогического внимания, уважения, доверия к родителям (законным представителям) воспитанников;
- принцип поддержки и индивидуального сопровождения становления и развития педагогической культуры каждого из родителей;
- принцип педагогического такта;
- принцип индивидуального подхода к каждой семье.

Сегодня в условиях системы поликультурного образования Российской Федерации (в том числе и на дошкольном уровне), педагог должен обладать поликультурной компетентностью. Поликультурная компетентность определяется как интегральная характеристика педагога, представляющая собой систему поликультурных знаний, навыков, умений, ценностей, интересов, поликультурных качеств, опыта, необходимых для жизни и деятельности в поликультурном социуме, для взаимодействия с различными культурами.

Изучив проблемы развития поликультурной компетенции педагогов [9] в процессе взаимодействия с семьей, мы выделили некоторые из них:

1. У педагогов недостаточная осведомленность о традициях, культурных ценностях, особенностях воспитания детей в различных культурах и национальностей, посещающих дошкольную образовательную организацию.

2. У педагогов нет психолого-педагогических знаний методик, технологий, диагностического материала, которые бы позволили осуществить взаимодействие с мигрантными семьями с целью облегчения адаптации и социализации детей.

3. В построении партнерских отношений с семьями воспитанников педагогам мешают сложившиеся стереотипы и предрассудки, имеющиеся склонности воспринимать поведение других культур с позиции своей культуры (мерить на свой аршин);

4. Языковой барьер часто ведет к искаженному пониманию действий иных культур, легко поражает целый ряд негативных чувств.

В условиях поликультурного образования не только мигрантам необходимо приспособиться к особенностям принимающего сообщества, но и оно должно приспособить свои социальные институты к потребностям групп меньшинства [10]. Так на нашем втором этапе исследования, изучения поликультурной компетентности педагогов, мы применили

методику «Стратегии взаимодействия культур» (А.М.Макарчук, Т.А.Лютая, А.И.Щепина, Е.В.Фалунина). Данная методика позволяет выявить позицию педагогов по отношению к иным культурам. Авторы методики выделяют 5 типов межкультурного взаимодействия: консолидация, интеграция, сепаратизм, маргинальность, ассимиляция.

– интеграция – предполагает способность человека входить в мир иной культуры, сохраняя при этом самобытность своей национальной принадлежности, а так же возможность устанавливать связи между различными культурными системами;

– ассимиляция – отвержение человеком собственной культуры и готовность принятия новой, которая имеет более высокий статус. Человек с данной позицией во взаимодействии готов «поглотиться» другой культурой, постепенно усваивая ее ценности, обычаи и язык, и идентифицировать себя с новым окружением, культурно не отличаться от общества, которое его окружает;

– маргинальность – это колебание человека между двумя культурами, ни в одной из которых он не чувствует себя комфортно. По мнению исследователей, такой человек находится как бы на «границе» двух культур, будучи не в состоянии идентифицироваться ни с одной из них. В такой ситуации индивид оказывается неспособным удовлетворить противоположные требования соответствующих референтных групп, что ведет к серьезным нарушениям адаптации и росту психологического напряжения;

– консолидация – умение входить в мир иной культуры, сохраняя при этом свою культурную идентичность, уважать свои традиции и традиции иного менталитета; устанавливать связи между различными культурными системами, сохраняя при этом целостность своей культурной идентичности, становясь при этом би- или поликультурной личностью. Консолидация характеризуется способностью приумножать общекультурные ценности посредством единения межкультурных различий;

– сепаратизм – это игнорирование чужой культуры в пользу собственной, отрицание влияния другой культуры в преувеличенных формах.

Базой эмпирического исследования послужил детский сад «Огонек» г. Братска, где 25% воспитанников приходится на детей разных культур и национальностей (киргизы, украинцы). В исследовании приняли участие 15 педагогов в возрасте от 23-56 лет.

Представленные результаты показывают, что у педагогов, позиция поликультурной компетентности – как способность и психологическая готовность взаимодействия с семьями мигрантов в поликультурной образовательной среде, распределилась в следующей последовательности:

- «консолидация» - 26,67%;
- «интеграция» - 20%;
- «сепаратизм» - 53,33%.

Таким образом, полученное распределение стратегий взаимодействия культур в группе педагогов ДОУ «Огонек» позволяет сделать вывод о том, что поликультурная компетентность наших респондентов, как показатель психологической готовности к взаимодействию с семьями воспитанников в поликультурном образовании, находится на недостаточном уровне развития. Такое положение дает основание методической службе ДОУ разработать и реализовать программу психологической и методической подготовки педагогических кадров на предмет повышения педагогического мастерства в процессе взаимодействия с семьями воспитанников, где будет учтено развитие поликультурной компетентности. Данная работа будет выполняться в рамках диссертационного проекта по магистерской подготовке.

### **Литература**

1. Гогоберидзе А.Г. Дошкольная педагогика с основами методик воспитания и обучения: Учебник для вузов. Стандарт третьего поколения / Под ред. А.Г. Гогоберидзе, О.В. Солнцевой. – СПб.: Питер, 2013. – 464 с.

2. Фалунина Е.В. Анализ сущности, содержания и особенностей поликультурного образования в мировой практике. Основные функции поликультурного образования России. // Российский научный журнал. – 2010. – 5 (18). – С. 174-179.
3. Фалунина Е.В. Обоснование модели подготовки педагогов к работе в поликультурном образовании России. // Российский научный журнал. - 2010. - 6 (19). - С. 190-194.
4. Фалунина Е.В. Цель, задачи, принципы и функции поликультурного образования России. // Проблемы социально-экономического развития Сибири. – 2010. – №1. – С. 102-108.
5. Фалунина Е.В. Проблема организации поликультурного образования в современной России. // Российский научный журнал. - 2011. - 2 (21). – С. 123-129.
6. Фалунина Е.В. Актуализация проблемы подготовки педагогов к работе в поликультурном образовании России. // Технологическое образование: Достижения, инновации, перспективы: Межвуз. сб. ст. XII Междунар. науч.-практ. конф. Тула, 15-18 февр. 2011 г.: 2 т. / Отв. Ред. А.А. Потапов. – Тула: Изд-во Тул. гос. пед. ун-та им. Л.Н. Толстого, 2011. – Т. 1. – 294 с.
7. Фалунина Е.В. Проблема изучения актуальных стратегий взаимодействия культур в современном образовании. // Проблемы социально-экономического развития Сибири. – 2011. – №4 (6). – С. 115-117.
8. Юревич С.Н. Взаимодействие дошкольной образовательной организации и семьи: Учебное пособие для академического бакалавриата / С.Н. Юревич, Л.Н. Санникова, Н.И. Левшина; под ред. С.Н. Юревич. - М.: Издательство Юрайт, - 2019. – 181 с.
9. Фалунина Е.В. Цели и ценностные ориентиры современного образования. Технология поликультурного взаимодействия в образовательной среде. // Гуманитарные и социальные проблемы развития регионов Сибири: материалы X межвузовской научной конференции. – Братск: Изд-во БрГУ, 2011. – 40 с.
10. Фалунина Е.В. Приоритетные функции поликультурного образования России. // Проблемы социально-экономического развития Сибири. – 2011. – №1 (3). – С. 101-105.

УДК 159.9.07

### **Особенности профессиональной мотивации будущих педагогов к педагогической деятельности в современном поликультурном образовании**

Н.В. Троякова, В.Н. Максимова, Е.В. Фалунина

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** мотивация, профессиональная мотивация, педагогическая деятельность, современное поликультурное образование, мотивация будущих педагогов.

*Проблема изучения профессиональной мотивации будущих педагогов обусловлена процессами модернизации в образовании и социально-экономической оптимизацией, что происходит в обществе на современном этапе его развития. Инновационные процессы инициируют современного педагогов к профессиональному саморазвитию, что в результате способствует активизации его конкурентоспособности на рынке труда, а также позволяет повысить эффективность и результативность педагогической деятельности непосредственно в образовательной практике. Проблема изучения профессиональной педагогически ориентированной мотивации у студентов гуманитарно-педагогического факультета является одной из основных и приоритетных проблем, которые поднимает сегодня Министерство науки и высшего образования в современной России. На государственном уровне постоянно поднимаются и обсуждаются вопросы кадровой политики в образовании, где проблема изучения профессиональной мотивации педагогов является важным условием достижения тех ценных результатов, которые обуславливают его выход на новый качественно новый уровень.*

Проблема изучения профессиональной мотивации будущих педагогов обусловлена актуализацией ряда государственных стратегических нормативно-правовых документов, таких как: «Закон об образовании в РФ»; государственная программа РФ «Развитие образования» до 2020 года; Стратегия по национальной политике РФ до 2025 года и др.

Теоретический анализ научной литературы показал, что понятие «мотивации» в психологических словарях определяется как побуждение к деятельности, связанное с удовлетворением потребностей человека; как причина, лежащая в основе выбора действий и поступков личности; как побудительные причины действий и поступков человека, определяемые отдаленными целями, ради которых он достигает более близкие цели; как исходное побуждение человека к деятельности, которое обусловлено его реальными потребностями и др. [1]

Ряд проведенных исследований в психологической науке и образовательной практике показал, что одним из важнейших компонентов деятельности, в том числе и педагогической, является ее мотивация. Мотивация, по замечанию С. Л. Рубинштейна, есть детерминация деятельности «изнутри» личности. Внешнее воздействие на личность осуществляется с учетом внутренних субъективных условий, потребностей, влечений, интересов человека, которые определяют смысл его действий. Педагогическая деятельность - это особый вид социальной деятельности, направленный на передачу от старшего поколения младшему накопленного человечеством культуры и опыта. Как писал Д.И. Менделеев: «К педагогическому делу надо призывать, как к делу морскому, медицинскому или тому подобным не тех, которые стремятся обеспечить свою жизнь, а тех которые чувствуют к этому делу и к науке сознательное призвание и предчувствуют в нем удовлетворение, понимая общую народную надобность». Вопрос о мотивации педагогической деятельности в нашей стране стоит особенно остро в настоящее время, так как из-за низкой оплаты труда значительно усилился отток молодых педагогических кадров из средних общеобразовательных учебных заведений [2].

Целью работы стало изучение особенностей профессиональной мотивации будущих педагогов, как базового условия потенциальной готовности студентов к работе в современном образовании с поликультурным содержанием [3].

В настоящее время одной из основных проблем образования, стоящих перед мировой цивилизацией, является поликультурное образование. В России проблема поликультурного образования приобрела особую актуальность и сложность в 90-е годы, когда в условиях политических и социально-экономических реформ сложилась новая образовательная ситуация, для которой характерны усиление этнизации содержания образования, рост влияния религии на формирование самосознания личности, возрастание роли родного языка обучения. В этих условиях поликультурное образование, с одной стороны, способствует формированию культурного самосознания обучаемых и их этнической идентификации, а с другой стороны, препятствует их этнокультурной изоляции от других стран и народов. Особую актуальность проблема поликультурного образования имеет в многонациональном российском обществе. Достижению обозначенной цели и решению задач поликультурного образования будет способствовать разработка и реализация соответствующей концепции. В качестве такого подхода в настоящее время выступает концепция глобального образования, которую можно определить, как одно из направлений развития современной педагогической теории и практики, основывающееся на необходимости подготовки человека к жизни в условиях быстро меняющегося и взаимосвязанного мира, нарастающих глобальных проблем и кризисов.

Актуальность и перспективы поликультурного образования раскрывают необходимость целенаправленного введения в образовательный процесс соответствующих дисциплин и, как следствие, разрешения на их содержании одной из глобальных проблем современного обновленного общества.

Научно-практическая значимость настоящего исследования состоит в том, что полученные результаты эмпирического исследования могут подсказать, в каком

направлении необходимо работать будущим педагогам для того, чтобы сформировать рефлексивную позицию с целью саморазвития профессионально важных личностных качеств и характеристик, необходимых для качественного наполнения их поликультурной компетентности в условиях современного поликультурного образования.

На первом этапе исследования для диагностики мотивации профессиональной деятельности (в том числе – педагогической) нами была выбрана методика «Мотивация профессиональной деятельности» К. Замфир в модификации А. Реана [4].

В основу методики положена концепция о внешней и внутренней мотивации. О внутреннем типе мотивации можно говорить, если деятельность является значимой для личности сама по себе. Если же в основе мотивации профессиональной деятельности лежит стремление к удовлетворению других потребностей, внеположных самой деятельности (мотивы социального престижа, зарплаты и т.п.), то в таком случае говорят о внешней мотивации. Сами внешние мотивы дифференцируются здесь на внешние положительные и внешние отрицательные. Цель данной методики состоит в выявлении уровня выраженности трех компонентов мотивации профессиональной деятельности (внутренней мотивации, внешней положительной и внешней отрицательной мотивации).

Анкетирование проводилось среди студентов первого курса гуманитарно-педагогического факультета Братского государственного университета.

Таблица 1

Результаты исследования профессиональной мотивации студентов

Тип мотивации					
Внутренняя мотивация		Внешняя положительная мотивация		Внешняя отрицательная мотивация	
Количество человек	%	Количество человек	%	Количество человек	%
12	67	4	22	2	11

Данные таблицы представим на диаграмме (рис 1).

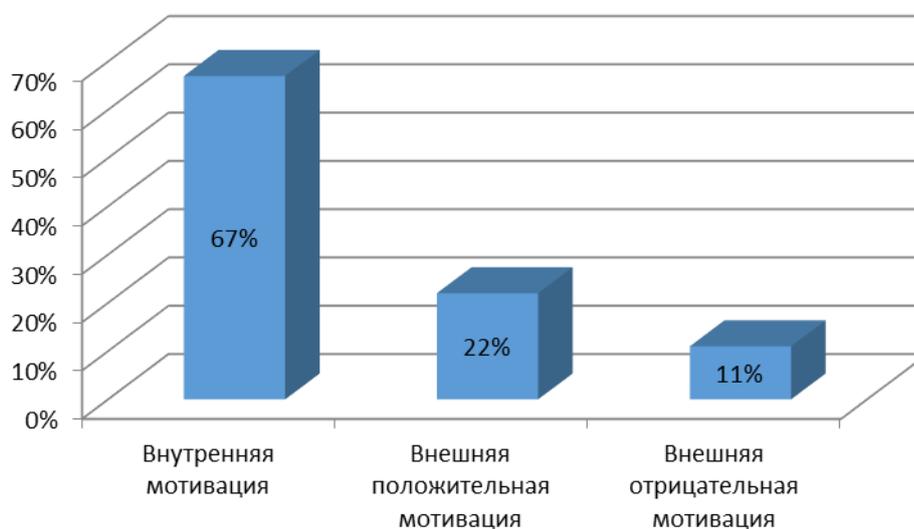


Рис.1 Результаты исследования профессиональной мотивации студентов

Результаты исследования показали, что обучающиеся ориентированы на внутреннее стимулирование их профессиональной деятельности, когда иницирующие и регулирующие факторы проистекают изнутри личностного Я и полностью находятся внутри самого поведения. Внутренне мотивированные деятельности не имеют поощрений, кроме самой активности, люди вовлекаются в эту деятельность ради нее самой, а не для

достижения каких-либо внешних наград. Такая деятельность является самоцелью, а не средством для достижения некой другой цели.

Внешняя положительная мотивация зависит от отношений человека со средой (это может быть желание получить вознаграждение, поощрение, избежать наказания и пр.). Она регулируется внешними психологическими и материальными условиями деятельности. Если человек работает из-за денег, то деньги являются внутренним мотиватором, если же в основном из-за интереса к работе, то деньги выступают внешним мотиватором.

Показатели внешней отрицательной мотивации определяются в тех ситуациях, когда факторы, которые ее инициируют и регулируют, находятся вне Я личности или вне поведения.

Во втором исследовании, проводимом по методике «Стратегия взаимодействия культур», разработанной коллективом авторов (А.М. Макаrchук, Т.А. Лютая, А.И. Щепина, Е.В. Фалунина [5]) приняли участие 49 студентов гуманитарно-педагогического факультета Братского государственного университета. Результаты исследования представлены в таблице:

Таблица 2

Результаты исследования, проводимого по методике «Стратегия взаимодействия культур»

	Количество человек	%
Ассимиляция	2	4
Интеграция	9	18
Консолидация	29	60
Маргинальность	4	8
Сепаратизм	5	10

Наглядно результаты исследования будут распределяться следующим образом (рис. 2):

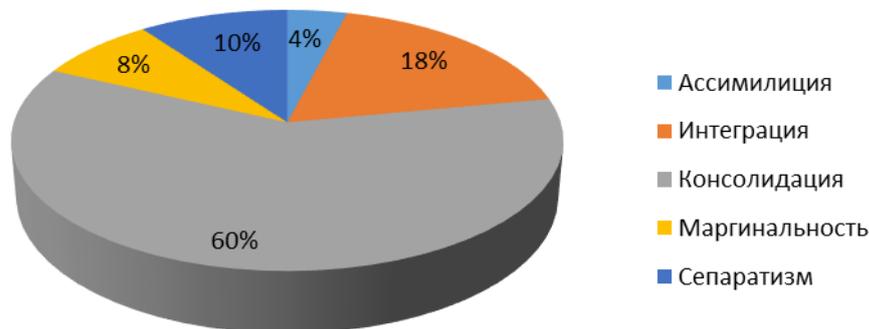


Рис.2 Результаты исследования, проводимого по методике «Стратегия взаимодействия культур»

Под ассимиляцией (от латинского *assimilatio* — уподобление) в социологии и этнографии подразумевается потеря одной частью социума (или целым этносом) своих отличительных черт и их замена на заимствованные у другой части (другого этноса), другими словами - это утрата национальной идентичности путем присваивания чужих культурных ценностей. Ассимиляция носит как добровольный, так и принудительный характер, в результате чего происходит искоренение народных традиций, а иногда даже исчезновение целых народов.

Интеграция (от латинских слов *integratio* - «восстановление, восполнение» и *integer* – «целый»). Интегрировать – значить объединить, соединить, добавить, и т.п. Простыми словами «интегрировать», значит, вставить какую-то часть в единое целое. Межэтническая интеграция - это процесс сближения разных этносов без слияния их в единое целое. Интеграция выступает средством развития нации, народности. В настоящее время идет процесс сближения культур и создание общемировой культуры. При этом этнические особенности сохраняются, а не исчезают. Интеграция способствует развитию толерантности в людях, а также терпимости к различиям. Хотя при более сильном

сближении культур одна из них может потерять свою самобытность и уникальность. Поэтому очень важно заботиться о сохранении своих исконных традиций.

Консолидация (от латинских слов *con* — вместе, *solido* — укрепляю) слияние близких по языку и культуре этносов в более крупную этническую общность или включение в уже сформировавшийся этнос близкой ему этнической группы.

Маргинальность обозначает колебание человека между двумя культурами, ни в одной из которых он не чувствует себя комфортно. По мнению исследователей, такой человек находится как бы на «границе» двух культур, будучи не в состоянии идентифицироваться ни с одной из них. В такой ситуации индивид оказывается неспособным удовлетворить противоположные требования соответствующих референтных групп, что ведет к серьезным нарушениям адаптации и росту психологического напряжения.

Сепаратизм — это игнорирование чужой культуры в пользу собственной, отрицание влияния другой культуры в преувеличенных формах, вплоть до воинствующего национализма [5].

Так как в нашем исследовании подавляющее большинство опрошенных (60%) оказались на позиции консолидации, а наименьшее количество респондентов (4%) заняли позицию ассимиляции, это может свидетельствовать о том, что поликультурная компетентность наших респондентов находится на достаточно высоком уровне.

В системе вузовского образования под профессиональной мотивацией понимается совокупность процессов и факторов, которые побуждают и направляют личность к изучению будущей профессиональной деятельности. Профессиональная мотивация выступает как внутренний движущий фактор развития профессионализма и личности, так как только на основе ее высокого уровня формирования, возможно эффективное развитие профессиональной образованности и культуры личности. При этом под мотивами профессиональной деятельности понимается осознание предметов актуальных потребностей личности (получение высшего образования, самопознания, саморазвития, профессионального развития, повышение социального статуса и т.д.), удовлетворяемых посредством выполнения учебных задач и побуждающих его к изучению будущей профессиональной деятельности [6].

Учебно-профессиональная мотивация складывается из оценки студентами различных сторон учебного процесса, его содержания, форм, способов организации с точки зрения их личных индивидуальных потребностей и целей, которые могут совпадать или же не совпадать с целями обучения. Необходимо создать механизм повышения мотивации обучения. Подразумевается совокупность методов и приёмов воздействия на студента со стороны преподавателя, которые побуждали бы студентов к определённому поведению в процессе обучения для достижения целей преподавателя (обучения), основанных на необходимости удовлетворения личных потребностей студентов. Специфика университета — готовить в первую очередь научно-педагогические кадры, а значит, формировать личность ученого и преподавателя высшей квалификации. С этой целью необходимо повышать эффективность профессионального обучения в вузе.

Таким образом, особое значение сегодня приобретают теоретические положения и практические разработки психолого-педагогической базы системы подготовки специалистов к работе в пространстве современного образования — педагогов, психологов, социальных работников, способных работать в непростых условиях становления и развития поликультурной России со всеми субъектами образовательного процесса.

В настоящей работе в качестве особенностей профессиональной мотивации выступает необходимость изучения внутренней и внешней мотивационной направленности будущих педагогов, уровень их потенциальной готовности к работе в поликультурной образовательной среде. Проведенное исследование показало, что «внутренняя» профессиональная мотивация в совокупности с готовностью к консолидированному или интегративному взаимодействию являются условием развития профессиональной

педагогически ориентированной мотивации будущих педагогов к их деятельности в современном поликультурном образовании.

### Литература

1. Сударева Г.Н. Профессиональное становление молодого учителя в современных социально-педагогических условиях. // В мире научных открытий. – Красноярск, 2012. - №4.1(28). – С. 159-170.
2. Вершловский С.Г. Педагог эпохи перемен, или как решаются сегодня проблемы профессиональной деятельности учителя. – М.: Сентябрь, 2002. – 160 с.
3. Фалунина Е.В. Актуализация проблемы профессиональной подготовки будущих учителей к работе в пространстве современного образования. // «Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык» – международный информационно-аналитический журнал № 2 (09).
4. Реан А.А., Коломинский Я.Л. Социальная педагогическая психология. – СПб., 1999. С. 235-237
5. Фалунина Е.В. Модификация методики исследования стратегий межкультурного взаимодействия в поликультурной образовательной среде. // Российский научный журнал. - 2015. - 2 (45). - С. 167-171.
6. Бакшаева Н.А., Вербицкий А.А. Психология мотивации студентов: учебное пособие. М.: Логос, 2006. 184 с.

УДК 159.9

## Программа выявления уровня толерантности у преподавателей высших учебных заведений

Ю.В. Шалыгина, М.В. Трофимова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** толерантность, преподаватель, высшие учебные заведения, уровень толерантности, С#.

*Статья посвящена исследованию толерантности у преподавателей высших учебных заведений. Рассмотрено две методики и написана программа, позволяющая респондентам определить свой уровень толерантности. Проблема толерантности в образовании очень мало проработана, вследствие этого, любое образовательное учреждение обязано создавать условия для развития толерантности личности. Данное исследование посвящено методам выявления уровня толерантности у преподавателей высших учебных заведений. Результаты исследования имеют большую научную значимость для выявления изменения уровня толерантности в процессе профессиональной деятельности в вузе у преподавателей. Они могут быть использованы для профессиональной деятельности практическими психологами, а так же студентами для совершенствования профессиональных навыков.*

В наше время толерантность как социальная норма свободного социума принимает состояние морального императива. Это проявляется в правах членов общества, когда каждый из них может быть не похожим на других. Множество российских ученых изучают эту проблематику (Г. У. Солдатова, А. Г. Асмолов, А. В. Петровский, Г. В. Безюлева, А. М. Байбаков и др.), пишется большое количество статей и научных работ [5].

Очевидно, что одной из самых главных профессиональных черт педагога является толерантность. В кризисных, конфликтных и проблематичных ситуациях она позволяет наиболее эффективно взаимодействовать с окружающей средой, способствуя

восстановлению нервно-психологического баланса, препятствию конфронтации и развитию положительного микроклимата вокруг себя.

В общем смысле, термин «толерантность» – значит принятие, уважение и верное понимание богатого обилия культур нашего мира, форм самовыражения и способов проявления человеческой специфики [3].

На сегодняшний день толерантность в образовательном процессе – это не только желательная форма взаимодействия, но и необходимость, которая диктуется условиями современного общества. Образование не должно отражать только существующий уровень развития толерантности между людьми, оно должно способствовать его формированию, как максимально оптимальная среда, в которой определяется и развивается будущий гражданин общества [1].

Проблема толерантности достаточно слабо проработана в рамках образовательной системы, в связи с чем образовательные учреждения должны сами создавать условия формирования толерантности личности. Данное исследование посвящено методам выявления уровня толерантности у преподавателей высших учебных заведений [2,4].

Целью работы является получение программы, которая на основе двух методик определяет общий уровень толерантности у респондента.

Выбор диагностических методик, использовавшихся в исследовании, определялся в соответствии с целью исследования и с учётом возраста испытуемых. А так же при оценке подобных исследований, проведенных в нашей стране в крупных масштабах, по мнению многих ученых (Н. П. Фетискин, В. В. Козлов, Г. М. Мануйлов, Г. С. Кожухарь), они являются наиболее эффективными в сфере исследования толерантности.

Программа написана на языке C#. C# (произносится си-шарп) – язык программирования, сочетающий объектно-ориентированные и контекстно-ориентированные концепции. Разработан в 1998-2001 годах группой инженеров под руководством Андерса Хейлсберга в компании Microsoft как основной язык разработки приложений для платформы Microsoft .NET. Компилятор с C# входит в стандартную установку самой .NET, поэтому программы на нём можно создавать и компилировать даже без инструментальных средств, например, Visual Studio. Выбор языка обуславливается его относительной легкостью и доступностью.

После запуска программы перед пользователем появляется окно (рис. 1), на котором расположены две кнопки с опросниками.

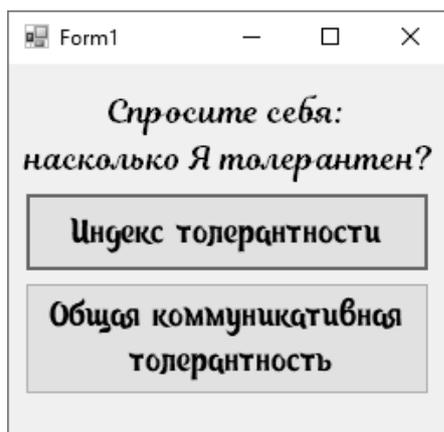


Рис. 1. Стартовая форма программы

При нажатии на кнопку «Индекс толерантности» программа перенаправляет на форму соответствующего опросника. На форме представлено панельное меню с инструкцией и переходом на главное меню. Чтобы пройти опросник, необходимо выбрать соответствующее мнению респондента утверждение: абсолютно не согласен, не согласен, скорее не согласен, скорее согласен, согласен, полностью согласен. Чтобы завершить тестирование необходимо нажать на кнопку «Рассчитать» (рис. 2).

17. Человек, который думает не так, как я, вызывает у меня раздражение	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
18. К некоторым нашим и народам трудно хорошо относиться	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
19. Беспорядок меня очень раздражает	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20. Любые религиозные течения имеют право на существование	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
21. Я могу представить чернокожего человека своим близким другом	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
22. Я хотел бы стать более терпимым человеком по отношению к другим	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Рис. 2. Завершение тестирования

Программа подведет итоги и выведет сообщение с результатами респондента. В зависимости от количества набранных баллов появятся разные сообщения. Для закрытия сообщения необходимо нажать кнопку «ОК», для того чтобы повторить тестирование на форме расположена кнопка «Заново».

При нажатии на кнопку «Общая коммуникативная толерантность» на первой форме респондент перейдет к тесту с методикой диагностики общей коммуникативной толерантности (рис. 3) .

№	Утверждения	Баллы
1.	Медлительные люди обычно действуют мне на нервы	5
2.	Меня раздражают суетливые, непоседливые люди	3
3.	Шумные детские игры я переношу с трудом	3
4.	Оригинальные, нестандартные, яркие личности чаще всего действуют на меня отрицательно	3
5.	Безупречный во всех отношениях человек насторожил бы меня	3

Рис. 3. Форма «Общая коммуникативная толерантность»

Перед тем как проходить тест, обязательно прочтение инструкции, расположенной на панельном меню. Для каждой шкалы предполагается свой ряд вопросов. Чтобы выбрать верность суждения необходимо изменить балл с помощью прокручивания вверх или вниз.

В работе преподавателя важно одинаково относиться ко всем студентам не зависимо от их отличий от других. Программа, созданная в рамках курсовой работы позволяет определить уровень толерантности или интолерантности у преподавателей высших учебных заведений. По итогам ее прохождения преподаватель сам должен понять насколько высок уровень его толерантности по отношению к студентам и коллегам и пересмотреть свое видение.

Результаты данной работы можно использовать при проведении исследований толерантности как преподавателей высших учебных заведений, так и студентов.

## Литература

1. Асмолов А.Г. Толерантность как культура XXI века // Толерантность: объединяем усилия: материалы конференции / сост. и ред. М.Н. Генишева. – М., 2007. – С. 84–94.
2. Гершунский Б.С. Толерантность в системе ценностно-целевых приоритетов образования // Педагогика. 2008. № 7. с. 37-41.
3. Толерантное сознание и формирование толерантных отношений (теория и практика): Сб. науч.-метод. ст. М.: Изд-во Мог.ков. психол.-социал. ин-та; Воронеж: Изд-во НПО «МОДЭК», 2007. – 312 с.
4. Толерантность как практическая философия педагогики: коллективная монография. – Екатеринбург: «Полиграфист», Уральский межрегиональный институт общественных наук, 2008. – 126 с.
5. Юровских Н.Г. Толерантность как личностный и культурный феномен. Дисс. канд. филос. наук.– Омск, 2008. – 187с.

УДК 624.012.35

## **Толерантное отношение школьных педагогов к детям с ограниченными возможностями в условиях инклюзивного образования**

Р.А. Павлова

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** инклюзивное образование, толерантность, инновации, педагоги.

*Статья посвящена актуальной проблеме современного образования – изучению толерантного отношения педагогов организаций массового типа к детям с ограниченными возможностями здоровья в условиях инклюзивного образования. В статье указаны результаты данного исследования, описаны три уровня толерантного отношения, представлены их компоненты и раскрыты разделы «Анкета для выявления толерантного отношения к детям с ОВЗ». Также предоставлены рекомендации для учителей, которые смогут повысить уровень толерантности педагогов и изменить отношение людей к данной категории детей.*

В Федеральном законе «Об образовании» Российской Федерации «Инклюзивное образование» определяется, как возможность образовательной системы обеспечивать равный доступ к обучению и развитию всех категорий, обучающихся с учетом разнообразия особых образовательных потребностей, а также индивидуальных возможностей [1].

Наличие профессионально подготовленных педагогов, обладающих сформированными педагогическими компетенциями для работы с детьми и подростками с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) является одним из основных условий для успешной реализации инклюзивного образования в образовательной практике. Л. И. Блинова, Н.Я. Семаго отмечают, что при определении готовности учителей к педагогической деятельности акцент ставится на теоретической и практической готовности. При этом меньше внимания обращается на толерантное отношение к детям в целом, и с ОВЗ в частности [2,3].

Толерантное отношение педагога к профессиональной работе предполагает определенную совокупность личностных качеств, обеспечивающих возможность его профессиональной деятельности, результативную сторону его профессиональной работы и меру достижения педагогического результата профессиональной активности [4].

Целью нашего исследования явилось выявление уровня толерантного отношения школьных педагогов к детям с ОВЗ в условиях инклюзивного образования.

Гипотеза исследования предполагала низкий уровень готовности учителей к работе с детьми с ОВЗ.

Исследование проводилось на базе общеобразовательных организаций массового типа города Братска. В исследовании приняли участие 100 респондентов – педагогов, обеспечивающих инклюзивное образование.

Для достижения поставленной цели и проверки рабочей гипотезы, нами была разработана «Анкета для выявления толерантного отношения к детям с ОВЗ». Участие в анкетировании предполагало добровольное участие без указания автора и места их работы.

При разработке содержания анкеты за основу были взяты такие качества личности педагога, как милосердие, эмпатия, толерантность, педагогический оптимизм, доброжелательность, педагогический такт, перцептивные умения, креативность. Анкета включала 32 вопроса, состояла из трех тематических разделов. Отвечая на вопросы, респонденты выбирали предложенные варианты ответов.

1 раздел – 8 вопросов общего статистического характера (Укажите Ваш пол. Укажите Ваш возраст. Укажите свой уровень образования. Укажите Вашу квалификационную категорию. Укажите Ваш стаж работы в муниципальной общеобразовательной школе. Имеете ли Вы опыт работы с детьми с ОВЗ? (сколько лет). Прошли ли Вы курсы повышения квалификации по проблемам обучения детей с ОВЗ? Прошли ли Вы профессиональную переподготовку по проблемам обучения детей с ОВЗ?).

2 раздел включал 5 вопросов, направленных на выявление отношения к инклюзивному образованию. (Вы принимаете тот факт, что дети всех категорий имеют право на образование? По Вашему мнению, дети, имеющие ограниченные возможности здоровья и (или) инвалидность, должны учиться совместно со здоровыми сверстниками в одном классе? Ваша осознана ли готовность к работе с детьми с ОВЗ и с детьми-инвалидами? Чувствуете ли вы в себе уверенность в том, что сможете преодолеть трудности при переходе на ФГОС для обучающихся с ОВЗ? Каково Ваше общее отношение к инклюзивному образованию?).

3 раздел состоял из 19 вопросов. Вопросы раздела направлены на выявление личностной готовности к работе с детьми с ОВЗ. (К Вам в класс привели ребёнка с ОВЗ, Ваши действия? Готовы ли Вы отстаивать интересы ребёнка с ОВЗ? Предвидите ли Вы положительные результаты обучения ребёнка с ОВЗ? Считаете ли Вы себя толерантной личностью? Как Вы будете добиваться выполнения поставленной задачи перед ребёнком, если он не хочет ее выполнять? Будете ли Вы доводить начатое с ребенком с ОВЗ дело до конца, даже если у него что-то не получается? Остановитесь ли Вы на достигнутых результатах при работе с ребёнком с ОВЗ? Вы увидели, как ребёнок с нарушением опорно-двигательного аппарата не может преодолеть ступеньки, Ваши действия? Услышав от родителей высказывание явно ошибочной точки зрения по вопросу обучения детей с ОВЗ, предпочтете промолчать или вступите в дискуссию? и т.д.)

На основании полученных данных мы выделили 3 уровня (высокий, средний, низкий) толерантного отношения школьных педагогов к детям с ОВЗ в условиях инклюзивного образования.

Высокий уровень. У педагогов сформированы все компоненты толерантного отношения, сформировано положительное отношение к инклюзивному образованию и к детям с ОВЗ.

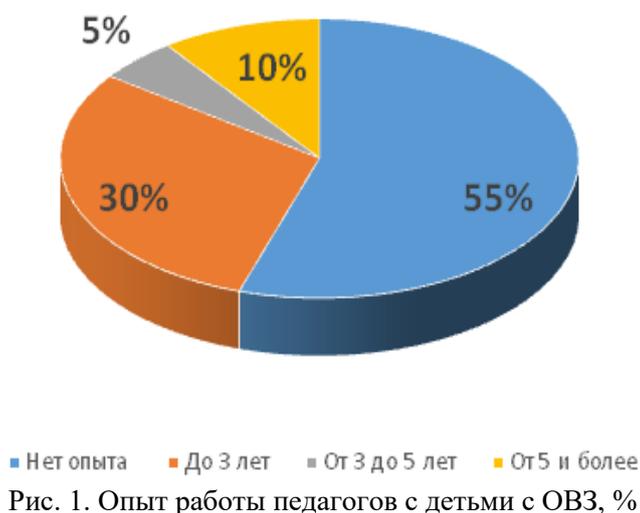
Средний уровень. Наличие у респондентов несформированности нескольких компонентов толерантного отношения, но обязательно наличие положительного отношения к инклюзивному образованию и к детям с ОВЗ.

Низкий уровень. Несформированность у педагогов компонентов толерантного отношения, протесты против детей с ОВЗ, отвержение реализации инклюзивного образования.

Проведенное исследование выявило низкий уровень толерантного отношения школьных педагогов к детям с ОВЗ в условиях инклюзивного образования.

На вопрос «Укажите, имеете ли Вы опыт работы с детьми с ОВЗ?» ответы распределились следующим образом (рис .1).

Соответственно, чем больше у педагогов опыт работы с детьми с ОВЗ, тем выше их готовность к работе. Проведенный анализ результатов анкеты выявил, что 28% педагогов готовы работать с любой категорией детей с ОВЗ, 22% не готовы работать с особыми детьми, 50% – уточнили, с какой именно категорией они готовы работать (4% – с детьми с задержкой психического развития, 4% – с детьми с нарушениями зрения, 6% – с детьми с нарушениями интеллекта, 6% – с детьми с нарушениями речи, 30% – с детьми с нарушениями опорно-двигательного аппарата.)



Невозможно не отметить, 100% педагогов организаций массового типа принимают тот факт, что дети всех категорий имеют право на образование. Тогда как всего лишь 35% согласны с тем, что дети, имеющие ограниченные возможности здоровья, должны учиться совместно со здоровыми сверстниками в одном классе.

Результаты анкетирования, представленные в таблице 1, позволяют сделать вывод, что на низком уровне находятся педагоги старше 35 лет, а на среднем и высоком уровне от 21 года. Анализ результатов показал, что чем выше возраст и стаж педагогов, тем негативнее их отношение к инклюзивному образованию и детям с ограниченными возможностями здоровья.

Таблица 1

Уровень толерантного отношения школьных педагогов к детям с ОВЗ в условиях инклюзивного образования, %

Уровень	Высокий	Средний	Низкий
Количество человек	24	31	45
%	22	33	45

Высокого уровня достигли 22% педагогов. Из ответов видно, что у педагогов сформированы все компоненты личностной готовности, такие как: доброжелательность, милосердие, эмпатия, толерантность, самоконтроль, перцептивные умения, педагогический оптимизм, креативность и педагогический такт. Следует отметить, что респонденты на протяжении всего анкетирования отвечают без каких-либо сомнений, то есть, в анкете нет исправлений, зачеркиваний. Важным является то, что респонденты положительно относятся как к особенным детям, так и к инклюзивному образованию.

Педагоги, которые были отнесены к высокому уровню, в 80% случаев прошли курсы повышения квалификации, 50% из них имеют опыт работы с детьми с ОВЗ. Следует отметить, что 50% человек без опыта работы с детьми с ОВЗ, положительно относятся к инклюзии и готовы работать с такими детьми.

У 33% респондентов не сформирован педагогический оптимизм и перцептивные умения, это позволило отнести их к среднему уровню. Анализ результатов показал, что у педагогов отмечается несформированность именно этих компонентов напрямую связана с тем, что у них нет опыта работы с такими детьми. В свою очередь 30% педагогов среднего уровня оценили свою готовность к обучению детей с ОВЗ, как высокая.

Для большинства учителей образовательных организаций массового типа характерен низкий уровень толерантного отношения школьных педагогов к детям с ОВЗ в условиях инклюзивного образования, который отмечается у 45% человек. У доминирующего числа опрошенных данного уровня отмечается несформированность компонентов личностной готовности, анализ результатов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Компоненты толерантного отношения школьных педагогов, %

Компонент	%
Перцептивные умения	72
Педагогический оптимизм	60
Толерантность	51
Эмпатия	31
Милосердие	22
Педагогический такт	15
Креативность	17
Доброжелательность	9

Из таблицы 2 мы видим, что в большинстве случаев, как и на среднем уровне, не сформированы перцептивные умения и педагогический оптимизм. В то же время значительная масса респондентов (51%) не толерантны к детям с ограниченными возможностями здоровья. Все 100% педагогов, отнесенных к низкому уровню, отрицательно относятся к инклюзивному образованию и против того, чтобы дети с ОВЗ учились совместно с нормально развивающимися сверстниками.

Важно, что все респонденты принимают тот факт, что дети любой категории имеют право на образование. Большая часть опрошенных прошли курсы повышения квалификации и профессиональную переподготовку, но оценивают свою готовность к работе с детьми с ОВЗ, как среднюю. Они указывают на то, что, прежде всего, важна личностная готовность учителей при работе с особыми детьми.

Исходя из полученных результатов, нами были разработаны рекомендации, целью которых является повышение уровня толерантного отношения школьных педагогов к детям с ОВЗ в условиях инклюзивного образования.

Рекомендации состоят из трёх разделов.

Раздел 1. «Нормативно-правовая база образования детей с ограниченными возможностями здоровья».

Мы предполагаем, что, в первую очередь, педагогам нужно знать нормативно-правовую базу образования детей с ограниченными возможностями здоровья, так как она является неотъемлемой частью образовательного процесса.

Нормативно-правовую базу образования детей с ограниченными возможностями здоровья в Российской Федерации составляют документы нескольких уровней: международные, федеральные, правительственные, ведомственные, региональные.

В рекомендациях мы представляем перечень нормативно-правовых документов, даем ссылки на источники, обращаем внимание на значимость каждого из них. Предлагаем оценочные средства для проверки нормативно-правовой компетентности педагогов.

Раздел 2. «Библиотека педагога инклюзивного образования».

Педагог, реализующий модель инклюзивного образования в основе толерантного отношения в первую очередь должен обладать доброжелательностью, самоконтролем, перцептивными умениями, педагогическим оптимизмом, креативностью и педагогическим тактом.

Предложенная нами картотека источников, в которой раскрываются особенности психического и физического развития детей с ОВЗ, возможные их достижения, а также представлены методические материалы по работе с разными категориями детей и их родителями, дает возможность педагогам «познакомиться» с особенными детьми, получить представление о специфике их дефекта, об особых образовательных потребностях, о специальных условиях их воспитания и обучения.

В тексте рекомендаций описывается организация дискуссий, «Круглых столов», «Читательских конференций» и т.п.

Раздел 3. «Картотека фильмов о людях с ограниченными возможностями здоровья»

С целью повышения толерантного отношения, эмпатии, милосердия к людям с ограниченными возможностями здоровья была составлена картотека фильмов.

В данном разделе мы привели примеры организации рефлексивной деятельности после просмотренных фильмов.

С нашей точки зрения, данные рекомендации позволят повысить уровень личностной готовности педагогических работников общеобразовательных организаций массового типа к реализации инклюзивного образования.

### Литература

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации». М.: Омега Л., 2014. 134 с.
2. Богинская О.С. Педагогические предикторы становления готовности студентов вуза к профессионально-педагогической деятельности: Дис. Канд. Пед. Наук: 13.00.08 / О. С. Богинская. Российский гос. Аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева. – Москва. - 2017.–239 с.
3. Семаго Н.Я. Система обучения и повышения квалификации специалистов образовательных учреждений, реализующих инклюзивное образование / Н.Я. Семаго // Приложение к журналу Стремление к Инклюзивной Жизни. - №3. - 2009. - С. 12.
4. Блинова Л.И. Профессионально-личностная готовность педагогов как условие реализации ФГОС для детей с ОВЗ / Л. И. Блинова // Особые дети в обществе: Сборник научных докладов и тезисов выступлений участников I Всероссийского съезда дефектологов. 26–28 октября 2015 г. – М. : АНО «НМЦ «СУВАГ». - 2015. - С.19-24.

УДК 159.9.07

## Современные подходы модернизации профессиональной подготовки преподавателей вуза

О.И. Новоселова, Н.Н. Наумова, Е.В. Фалунина

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** профессиональной подготовки преподавателей, современный преподаватель, креативность педагогического мышления.

*Подготовка высококвалифицированного специалиста является очень непростой задачей. Качество образовательной услуги напрямую зависит от профессионализма преподавателей, от их отношения к своей работе, к преподаваемому предмету. Именно от них, от профессиональной компетентности зависит, как будут обучены и воспитаны молодые люди, насколько они будут активны и в какой степени смогут применить знания, полученные в период обучения. В университете преподаватель в определенном смысле является ключевой фигурой: ему принадлежит стратегическая роль в развитии личности студента в ходе профессиональной подготовки. В настоящее время, в связи с появлением новых требований к социализации, профессионализации педагога, к формированию нового типа специалиста, конкурентоспособного на рынке труда, внимание общественности приковано к недостаточно изученной проблеме современного компетентного подхода к профессиональной подготовке преподавателя вуза.*

На современном этапе развития науки и образования в России наиболее актуализируется проблема модернизации профессиональной подготовки преподавателей вуза, целью которой является активизация внутриличностного потенциала обучающихся, раскрытию специальных способностей и мотивированности к самообразованию и саморазвитию [1].

Анализ научной литературы по проблеме нашего исследования показал, что в настоящее время, как в мировой образовательной практике, так и в современном отечественном образовании, на смену учебно-дисциплинарной модели, приходит

лично-ориентированная модель образования, в центре которой лежит стратегия развития личности – субъекта культуры, деятельности и отношений, что определяется высоким уровнем взаимосвязи и конгруэнтности природной, социальной и культуросообразной сущности человека [2].

Требования, предъявляемые сегодня в современному преподавателю высшей школы, предполагают у него не только наличие глубокого знания предмета преподавания, владение передовыми педагогическими методами и технологиями, но и способность к профессиональной и личностной рефлексии, позволяющей адаптировать собственную профессиональную деятельность как к потребностям каждого отдельного обучающегося в вузе студента, так и к группе обучающихся в целом [3].

На основе вышесказанного, считаем необходимо рассмотреть возможные подходы к проблеме модернизации профессиональной подготовки преподавателей вуза в современных условиях развития высшей школы.

Так, для профессиональной подготовки преподавателей и обучения их основам методологической культуры необходима «реанимация» курса «Введение в специальность», предусматривающего обучение основам учебной работы: конспектированию лекций, подготовке докладов, рефератов, работе с каталогами, а также другим специфическим для той или иной профессии знаниям.

Особо актуальна эта проблема для преподавателей общеобразовательных кафедр «непрофильного» для того или иного вуза направления, когда по изучаемым на них предметам нет вступительного экзамена, а извращенно понимаемая идея дифференциации школьного образования либо отодвигает указанные непрофильные (фактически – вообще ненужные) предметы на задний план, либо вообще исключает их из числа изучаемых на старшей ступени средней школы.

Такое положение дел на сегодня – норма даже для гимназий и школ-лицеев, работающих в комплексе с вузами. Сегодня, когда во все сферы жизни как никогда ранее проникают сложнейшая техника, количественные методы исследования и статистические процессы обработки полученных результатов, школы-лицеи, работающие в комплексе с гуманитарными вузами, физику и математику изучают в жестко урезанном варианте. Поэтому встречаются даже такие случаи, когда студент-первокурсник плохо знает таблицу умножения, а студент, изучавший химию углубленно, удивляется вопросу о том, какие элементарные частицы входят в атом водорода.

Современный преподаватель, в большинстве своем, стремясь лишь удивить своей эрудицией, ни минуты не беспокоясь, понятна ли студентам его лекция, с наивностью ребенка удивляется тому, что в аудитории шум, что с каждым разом студентов все меньше и меньше, что они не могут в процессе контроля воспроизвести даже основных, «базовых» определений, не говоря уже об осмыслении сложных нюансов изложенного материала.

Составление учебных планов и программ, написание учебников и пособий (функции и права, которые сегодня в самовольном порядке берут на себя многие вузы и кафедры – безо всякого рецензирования произведенной продукции) происходит даже без малейшего намека на то, сколько времени и усилий потребуется для усвоения всей «закладываемой в меню» информации, не говоря уже о глубоком ее осмыслении.

В процессе обучения студентов вузов формируется представление о «образе» преподавателя, от курса к курсу оно меняется, обобщается и обогащается новыми чертами.

С представлением об «образе» студент соотносит свое поведение и действия в различных ситуациях учебной деятельности. Поскольку специфика образовательного процесса в вузе как нигде предполагает активное трансляцию качеств преподавателя на большинство студентов.

Именно личность преподавателя, его мировоззрение, эмоционально волевой сфера, жизненный опыт, черты характера, уровень профессионального мастерства, отношение к своему делу, вызывают у будущих специалистов экономической отрасли потребность в знаниях и желание глубоко и досконально изучать экономические дисциплины.

Современные подходы профессиональной подготовки преподавателей ВУЗа предусматривают: специальный курс педагогики высшей школы, по которому легко найти учебники, различные спецкурсы и спецсеминары, система специальных воздействий на студента, аспиранта, магистранта, в ходе которых преподаватели непедагогических дисциплин будут демонстрировать будущему педагогу высшей школы весь спектр приемов и методов педагогической деятельности.

На семинарских и практических занятиях помимо теоретических вопросов целесообразно посвятить время обучению будущих преподавателей вузов мимической и пантомимической выразительности, овладению культурой педагогического мышления, использованию приемов педагогического воздействия. Первая часть таких занятий, как правило, посвящается выполнению упражнений, развивающих внимание, воображение, наблюдательность, способность управлять собственным психическим состоянием, вторая часть – педагогическому тренингу, предусматривающему моделирование ситуаций, приближенных к условиям вузовского обучения, формированию у студентов умения общаться с обучаемыми, ставить и решать конкретные учебно-воспитательные задачи.

Очень важно систематическое включение аспирантов, магистрантов, студентов факультетов подготовки научно-педагогических кадров в различные формы активной деятельности – привлечение к работе со школьниками, обучающимися в школах-лицеях и гимназиях (для проведения кружковых и факультативных занятий), а также к работе в качестве лаборантов учебных практикумов, учебных мастеров и лекционных демонстраторов на кафедрах вуза, на подготовительных курсах и отделениях.

Систематическое повышение квалификации преподавателей различных вузовских кафедр проводится обычно 1 раз в 5 лет через систему ФПК. Большую роль в этом процессе играет организация такой важной формы работы, как кафедральный научно-методический семинар. На его заседаниях рассматриваются вопросы частной методики преподавания той или иной учебной дисциплины в контексте психологии и дидактики, вырабатываются научно обоснованные подходы к определению содержания и структуры учебного материала, к выбору конкретных форм и методов обучения [4].

Новая образовательная парадигма предполагает моделирование социокультурного пространства, где происходит становление гражданина как субъекта интеллектуального и духовного саморазвития, как носителя идей и норм созидательного преобразования действительности, а нравственная свобода выбора целей созидания или разрушения в жизни принадлежит человеку. Свобода выбора, которой владеет (или не владеет) человек, основана на предпочтении нравственных регуляторов поведения, а духовное пространство в человеческом обществе является смысловым миром людей, духовной средой обитания, законы которой познаются и соблюдаются гражданами всех стран, ибо от них зависит развитие или гибель человеческой цивилизации на Земле. Развивать созидательные силы духовного потенциала общества - задача образования. Вот почему учреждениям образования нужны профессионалы, а не работники для «передачи знаний» обучающимся. Развитие обучающихся как субъектов в системе обучения мы рассматриваем как одну из педагогических проблем.

Названные выше в работе с молодежью цели интеллектуального, духовного и профессионального развития относятся к разряду стратегических целей, т. е. идеальных целей, что свидетельствует об отсутствии возможности их технологизирования и о необходимости выполнения операций по их преобразованию до рабочего уровня. Приняв во внимание то, что субъектом деятельности является носитель целей и способов их реализации, мы соответствующим образом предлагаем моделировать систему обучения. Для этого остановимся на системообразующих характеристиках, учет которых обязателен при моделировании систем:

- состав – конечный перечень элементов системы;
- структура – инвариант отношений между элементами состава системы. Данная характеристика отличает нашу позицию от распространенного понимания структуры как

организационного состава системы. Мы исходим из принятого определения структуры как инварианта отношений, чем в системе образования является цель;

– функционирование – динамическое состояние системы, определяемое технологией реализации единых целей. Разработка целей и способов их реализации, субъектное развитие обучающихся в гуманитарных системах образования является профессионально обязательным в работе с будущими учителями.

Только субъекты саморазвития способны опыт учения в вузе экстраполировать в опыт моделирования системы преподавания школьного образовательного пространства, субъектами которого предстоит стать и молодому специалисту, и его ученикам, что обеспечит субъектно-субъектные отношения в системе обучения. В этом случае механизм экстраполяции системы учения (в вузе) в новое качественное состояние - преподавание требует развития креативности педагогического мышления, что предполагает творчески-созидательный подход к моделированию гуманитарных образовательных систем в новых ситуациях, где субъектом саморазвития предстоит стать ученикам (и учителям) конкретных учреждений образования. Моделирование таких систем также является педагогической проблемой вузовского образования, которая требует своего решения.

Развитие обучающихся как субъектов своего интеллектуального становления органично согласуется с профессиональной подготовкой преподавателей. Следовательно, моделирование системы обучения на занятиях предполагает сугубо педагогическую деятельность преподавателя и студентов. Предметная область учебной дисциплины утрачивает свое распространенное в практике работы преподавателей значение самоцели и в основу занятия закладывается цель субъектного саморазвития личности, направленная на активизацию осмысления и анализа результата собственной деятельности, определяющейся успешностью и эффективностью профессиональной самореализации.

На занятиях со студентами возникает необходимость перестройки педагогического мышления преподавателя, вызванная тем, что предметом обучения становится не информация по теме, а развитие студента как субъекта.

При системном подходе к обучению студентов на занятиях по спецдисциплинам происходит взаимодействие систем образования - преподавания и учения - на базе предметной области учебной дисциплины, выраженной темой занятия.

Это приводит к следующим выводам и результатам:

– на занятиях происходит усвоение информации по предметной области учебной дисциплины согласно прогнозируемым содержательно-образовательным целям занятия, которые выражены уровнями усвоения;

– в процессе специально организованной образовательной практики, обучающиеся приобретают опыт субъектного и полисубъектного преподавания, определяющий способность моделировать свою профессиональную деятельность по целям и технологиям саморазвития, обеспечивая достижение результатов по общим целям синхронно взаимодействующих систем;

– на занятиях происходит осознание того, что предметная область учебной дисциплины является не целью, а средством развития интеллектуального, личностного, нравственного и культурного потенциала обучающихся как субъектов образовательной системы.

Для определения научной категории «субъекта» образовательной системы, необходимо обратиться к классикам отечественной науки психолого-педагогического направления (К.А. Абульханова-Славская, Б.Г. Ананьев, Л.В. Алексеева, А.В. Брушлинский, Е.Н. Волкова, Е.И. Исаев, А.К. Осницкий, В.А. Петровский, В.И. Слободчиков и др.), которые рассматривают человека как хозяина собственной активности, как субстанцию и носителя определенных психологических характеристик, в том числе, субъективности и субъектности.

Термином «субъективность» в науке обозначают присущую субъекту возможность пристрастно относиться к миру и осмысливать действительность. Термином

«субъектность» определяют атрибутивную характеристику субъекта как личности, проявляющуюся в возможности осуществлять собственную активность в деятельности, поведении и отношении, что характеризующуюся как способность иметь, выражать и отстаивать личностную позицию в виде мнений, интересов, убеждений, мировоззрения, личностной и профессиональной направленности и т.п.).

### Литература

1. Дворянкина Е.К. Профессиональная подготовка будущих учителей в вузе как педагогическая проблема // Современные проблемы науки и образования. – 2007. – № 5.; URL: <http://science-education.ru/ru/article/view?id=546> (дата обращения: 27.02.2019).

2. Фалунина Е.В., Шмолина Н.И. Профессионализация личности преподавателя дисциплины «Психология социального взаимодействия» в группах студентов технических специальностей вуза. // Международный информационно-аналитический журнал «Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык». № 3 (12). Декабрь 2014.

3. Фалунина Е.В. Особенности психолого-педагогического сопровождения подготовки будущих учителей к работе в пространстве современного образования. // Гуманитарные и социальные проблемы развития регионов Сибири: материалы XIII Межвузовской научной конференции 18 апреля 2014 года. – Братск : Изд-во БрГУ, 2014. С. 30-31.

4. Концепция модернизации Российского образования на период до 2010 года / Вестник образования. - 2002. - № 2.

УДК 159.9.07

## Рейтинговая система оценки обучающихся в системе высшего образования

М.В. Степанищева, С.В. Ковригина, Е.В. Фалунина

Братский государственный университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** балльно-рейтинговая система, система оценивания знаний, рейтинговая система оценки, система оценивания в вузе.

*В 2010 году в России, в рамках национального проекта «Образование», была заявлена ведущая цель отечественной образовательной политики – формирование и развитие инициативной и творческой личности выпускника, а важность конечного результата – уровень его компетентности, - повлекла за собой необходимость в изменении и совершенствовании подходов, методов и приемов обучения и воспитания в целом. Такая идейно направленная стратегия образования должна сопровождаться и совершенствованием способов оценки достижений обучающихся. Таким образом, главной задачей педагогов любого уровня образовательной системы России, стало создание благоприятных условий для проявления и стимулирования личностного потенциала всех участников образовательного взаимодействия.*

*В контексте вышесказанного, в рамках повышения качества образования обучающихся в высшей школе, стала необходимость перехода на новые стандарты, устанавливающие четкое соотношение количества часов на самостоятельную и аудиторную работу, что, в свою очередь, потребовало пересмотра и создания новых форм обеспечения контроля качества образования. Одним из нововведений в образовательной практике стала балльно-рейтинговая система оценки знаний студентов.*

*В 2010 году в России, в рамках национального проекта «Образование», была заявлена ведущая цель отечественной образовательной политики – формирование и развитие инициативной и творческой личности выпускника, а важность конечного результата – уровень его компетентности, - повлекла за собой необходимость в изменении*

и совершенствовании подходов, методов и приемов обучения и воспитания в целом. Такая идейно направленная стратегия образования должна сопровождаться и совершенствованием способов оценки достижений обучающихся. Таким образом, главной задачей педагогов любого уровня образовательной системы России, стало создание благоприятных условий для проявления и стимулирования личностного потенциала всех участников образовательного взаимодействия.

В контексте вышесказанного, в рамках повышения качества образования обучающихся в высшей школе, стала необходимость перехода на новые стандарты, устанавливающие четкое соотношение количества часов на самостоятельную и аудиторную работу, что, в свою очередь, потребовало пересмотра и создания новых форм обеспечения контроля качества образования. Одним из нововведений в образовательной практике стала балльно-рейтинговая система оценки знаний студентов.

Суть балльно-рейтинговой системы заключается в определении успешности и качества освоения дисциплины через определенные показатели. Трудоемкость конкретного предмета и всей программы в целом измеряется в зачетных единицах. Рейтинг представляет собой некую числовую величину, которая выражается в многобалльной системе. Она интегрально характеризует успеваемость обучающихся и участие их в исследовательской работе в рамках той или иной дисциплины. Балльно-рейтинговая система рассматривается как важнейшая часть деятельности по контролю качества образовательной работы института.

Главной целью рейтинговой системы оценивания обучающихся в высшей школе является активизация студентов в их собственном стремлении получения знаний и опыта профессиональной деятельности, а также оценка динамики уровня усвоения учебного материала на разных этапах образовательного процесса.

Система рейтинговой оценки позволяет реализовать на практике такие формы обучения, как: лекционное, семинарское, модульное, проблемное, дифференцированное, игровые, проектные, тренинговое, информационно-коммуникативное и качественно осуществить все этапы проверки и оценки достижений обучающихся при помощи индивидуального числового показателя – рейтинга.

Система рейтинговой оценки позволяет создать максимально комфортную образовательную среду в высшей школе и перевести учебную деятельность обучающихся из сферы внешне мотивированной «необходимости» во внутреннюю потребность в стремлении к саморазвитию и самообразованию посредством личной заинтересованности в заранее привлекательном результате.

Таким образом, правильно реализованная в образовательной практике система рейтинговой оценки не просто выявляет «накопленный потенциал в баллах», а отражает непосредственно качественный потенциал успеваемости студентов и позволяет охарактеризовать их личностную и профессиональную подготовку (как процесс) и готовность (как результат), что в рамках системы высшего образования, представляет наибольшую ценность, особенно в контексте поиска инновационных методов и технологий обучения.

Важно отметить, тот факт, что традиционная для российских вузов система оценивания знаний базируется на том, что свои знания студент должен показать на экзамене или зачете. Интенсивность же работы в семестре, посещаемость, качество выполнения лабораторных работ и другая учебная активность при этом может влиять на допуск к экзамену – но не на итоговую отметку. Конечно, зачастую преподаватели ставят особо отличившимся студентам пятерки «автоматом»; а на экзамене мучают «прогульщиков» каверзными дополнительными вопросами и гораздо мягче относятся к тем, кто в течение семестра демонстрировал учебное рвение, а на экзамене вытащил не самый удачный билет. Однако все равно решающим фактором при традиционной системе оценивания остается успешность сдачи экзамена. Как при этом учитывать работу в семестре (и учитывать ли вообще) – зависит лишь от «доброй воли» преподавателя.

**Балльно-рейтинговая система**, переходить на которую отечественные вузы начали с 2011 года, основывается на совершенно других принципах. Здесь успешность сдачи экзамена или зачета – лишь один из факторов, влияющих на оценку. Не меньшее (а часто – гораздо большее) значение имеет работа в течение семестра – посещение занятий, ответы на вопросы, выполнение контрольных работ и домашних заданий и т.д. Таким образом, студенты, претендующие на хорошие оценки, вынуждены «грызть гранит науки» на протяжении всего учебного года, накапливая баллы для успешной аттестации. При этом объем «домашних работ» при БРС в среднем выше, чем при традиционной системе оценивания – ведь баллы надо на чем-то зарабатывать.

Часто одновременно с введением БРС университеты также запускают системы личных кабинетов, выполняющие также роль «электронных журналов» – и у студентов появляется возможность отслеживать свой рейтинг «в режиме реального времени».

Плюсы **балльно-рейтинговой системы** контроля заключаются:

- А) в повышении операционально-деятельностной компетентности преподавателя:
- в возможности определения начального уровня подготовки каждого обучающегося на каждом этапе учебного процесса;
  - в возможности создания условий, учитывающих индивидуальные способности, интересы и возможности обучающихся для успешной реализации общих единогонаправленных целей образования;
  - в получении разносторонней и дифференцированной информации о результативности и качестве образовательного процесса для морального поощрения обучающихся;
  - в совершенствовании организации и планировании учебного процесса за счет увеличения количества индивидуальных форм работы с обучающимися;
  - в выработке непрерывного контроля успеваемости как педагога, так и самими студентами;
  - в получении объективной динамики усвоения знаний на протяжении всего семестра;
  - в возможности дифференцировать значимость оценок, полученных студентами за выполнение различных видов работ (самостоятельной, текущей, итогово-контрольной, домашней, творческой и т.п.);
  - в возможности оценивания в количественном выражении степени вложенного студентом труда, что является качественной категорией в оценке;
  - в повышении объективности оценки знаний и опыта профессионального обучения и личностного развития обучающихся;
- А) в повышении психолого-педагогической компетентности преподавателя:
- в повышении доли самостоятельной деятельности обучающихся;
  - в активизации поискового, аналитического и критического мышления студентов;
  - в стимулировании личностной направленности студентов к самообразованию и саморазвитию;
  - в расширении общих и профессиональных компетенций в области изучаемой дисциплины;
  - усилении мотивации к постоянной активной работе на протяжении всего семестра по усвоению базовых знаний и умений в рамках дисциплины;
  - в повышении степени ответственности обучающихся за результаты собственной учебной деятельности и т.п.

Балльно-рейтинговая система предполагает подсчет результатов, полученных обучающимся за все виды учебной деятельности. В частности, учитывается посещение лекций, написание контрольных работ, выполнение типовых расчетов и пр.

Так же система предусматривает введение штрафов и поощрений для обучающихся. Об этих дополнительных элементах преподаватели информируют на первом занятии.

Штрафы предусматриваются за нарушения требований к подготовке и оформлению рефератов, несвоевременно сданные типовые расчеты, лабораторные работы и пр. По окончании курса педагог может премировать студентов прибавлением к набранному числу дополнительных баллов.

Перевод в академические отметки осуществляется по специальной шкале. Она может предусматривать следующие пределы [1]:

1. 85-100 б. общего рейтинга – «отлично». Такой показатель говорит о полном усвоении теоретического содержания курса, отсутствии пробелов, сформированности необходимых практических навыков работы с изученным материалом. Студент с такой оценкой выполнил все учебные задания, а их качество соответствует максимальным показателям.

2. 74-84 б. – «хорошо». Эта оценка говорит о полном освоении теоретического содержания, отсутствия пробелов в базовых понятиях. Однако некоторые практические умения работы с материалом недостаточно сформированы. Студент, получающий оценку «хорошо», выполнил все задания, предусмотренные в программе, за которые он получил больше минимально предусмотренного количества баллов. При этом в некоторых из них были допущены ошибки.

3. 60-73 б. – «удовлетворительно». Такой показатель свидетельствует о частичном усвоении теоретического содержания дисциплины, однако пробелы признаются как несущественные. Что касается практических навыков, то они в основном сформированы. Из предусмотренных в программе заданий было выполнено большинство, в некоторых из них могут присутствовать ошибки.

4. Меньше 59 б. – «неудовлетворительно». Студент с таким показателем не освоил теоретического содержания курса, не выполнил большую часть заданий, предусмотренных в программе. В данном случае он выходит на экзамен. Другой вариант Общее число баллов зависит и от уровня трудоемкости дисциплины (от размера кредита).

Соответственно балльно-рейтинговая система может быть представлена и в следующем виде:

– «Отлично» - А. Студент показывает блестящие результаты с несущественными недочетами;

– «Очень хорошо» - В. Показатели обучающегося выше среднего, присутствуют некоторые недочеты;

– «Хорошо» - С. Работа студента, в целом, серьезная, однако есть ряд замечаний;

– «Удовлетворительно» - D. Студент показывает неплохие результаты, но есть серьезные недочеты;

– «Посредственно» - E. Показатели соответствуют минимальным требованиям;

– «Условно неудовлетворительно» - FХ. Для получения «кредита» необходимо выполнить некоторую дополнительную работу;

– «Безусловно неудовлетворительно» - F. Студенту необходимо выполнить большой объем работы. Это значит, что ему необходимо пройти курс повторно. В противном случае он может быть отчислен [2].

Положительные аспекты этой формы контроля очевидны. В первую очередь активное присутствие на семинарах, участие в конференциях не останется незамеченным. За эту деятельность студенту будут начисляться баллы. Кроме этого, будет учитываться научно-исследовательская работа. Студент, который наберет определенное число баллов, может получить автоматический зачет по дисциплине. Посещение самих лекций также будет учитываться.

Недостатки балльно-рейтинговой системы заключаются в следующем. Автоматический зачет предполагает выполнение большого объема работы. Для его получения необходимо набрать довольно много баллов. Это в большинстве случаев сложнее, чем собственно сдать зачет либо экзамен. Посещение лекций и активное участие в них оценивается очень маленьким количеством баллов. Кроме этого, об обучающемся

могут и вовсе забыть. В результате за правильный ответ его показатель не увеличится. Это, в свою очередь, может поставить под сомнение объективность балльно-рейтинговой системы. Предусмотрен минимальный порог для допуска к зачету. Если обучающийся не достигнет его из-за несданных либо плохо написанных работ, частых пропусков лекций, то у него могут возникнуть серьезные сложности в плане дальнейшего обучения.

Ключевое место в балльно-рейтинговой системе занимает контроль. Он предусматривает сквозную аттестацию по всем дисциплинам в рамках учебного плана. В результате студенту присваивается рейтинговая оценка, которая, в свою очередь, зависит от степени подготовленности. Преимуществом применения такой формы контроля выступает обеспечение ее информационной прозрачности и открытости. Это позволяет обучающимся сравнивать свои результаты с показателями однокурсников. Контроль и оценивание учебных достижений выступает как важнейший элемент образовательного процесса. Они должны осуществляться систематически на протяжении семестра и всего года. Для этого формируются рейтинги обучающихся в группе и на курсе по конкретным дисциплинам, выводятся внутрисеместровые и итоговые показатели за определенный период.

Балльно-рейтинговые системы до сих пор вызывает множество споров о необходимости их внедрения.

Применение балльно-рейтинговой системы может нарушать целостность и логичность образовательного процесса. Абсурдным образом меняет соотношение значимости лекционных и практических занятий (с точки зрения набора рейтинговых баллов лекции оказываются самой «бесполезной» формой учебной работы), нагромождает процедуры «текущего» и «рубежного» контроля, хотя при этом разрушает классическую модель экзаменационной сессии – высокий рейтинг может позволить студенту вообще не появляться на экзамене, и его подготовка оказывается лишена системного контроля.

Подобные опасения имеют под собой определенную почву, но только в том случае, если речь идет о некорректно спроектированных рейтинговых моделях, либо неумении преподавателя работать в условиях балльно-рейтинговой системы.

Подобные проблемы возникают, прежде всего, в тех случаях, когда преподаватель не видит связи между проектированием рейтинговой системы и реальной организацией учебной деятельности студентов, либо на уровне факультета или вуза предпринимаются попытки излишне формализовать балльно-рейтинговую систему, навязать ее определенную модель вне зависимости от специфики дисциплины и авторской методики преподавания. Если же преподаватель получает возможность творчески проектировать рейтинговую систему в рамках общеуниверситетской модели, но учитывая особенности своей дисциплины, то в его силах и сохранить «целостность и логичность» образовательного процесса, и обеспечить значимость лекционных занятий, и добиться разумного баланса между всеми формами контроля.

В заключении важно отметить, что преимущества, связанные с использованием рейтинговой системы оценивания учебных достижений, как средства успешного развития компетентности обучающихся в высшей школе – очевидны, и связаны они с возможностью реального повышения эффективности обучения за счет ряда факторов, к которым относятся:

- стимулирование заинтересованности и повышении реального интереса у обучающихся, как к конкретной рассматриваемой теме на занятии, так и к учебной дисциплине, и науке в целом;

- активизация процедуры обучения и самообучения, а так же контроля и самоконтроля всех участников образовательного процесса, включая преподавателей и студентов, как в индивидуальной, так и групповой формах работы;

- развитие творческого потенциала и навыков самоанализа студентов, что позволяет раскрыть потенциальные резервы личности, обусловленные повышением уровня развития их учебной мотивации;

– центрация научного мышления обучающихся, их отношенческой и поведенческой активности в профессионально-значимое, личностно-ценностное, общественно-ориентированное русло.

Анализируя вышеописанное можно сказать, что в рамках балльно-рейтинговой системы можно так же сохранить и основные параметры классической модели обучения, если не вступать в явное противоречие с требованиями ФГОС. В отечественной педагогике за прошедшее десятилетие метод рейтинговой оценки стал популярен не только в вузах страны, но и активно применяется как инновационный подход в образовательной практике в системе общего среднего и средне-специального профессионального образования.

### Литература

1. Якунина Г. Е.О методике подсчета баллов по дисциплине при балльно-рейтинговой системе оценки знаний в вузе. – 2013г.

2. Тарасенко О. В., Димиденко Ж. А. Балльно-рейтинговая система оценивания знаний студентов в условиях аграрного вуза // Молодой ученый. — 2014. — №1. — С. 579-581. — URL <https://moluch.ru/archive/60/8718/> (дата обращения: 27.02.2019).

УДК 159.964

## Подростковый возраст через призму трансактного анализа

А. В. Чупина, Е. В. Фалунина

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** трансактный анализ, сценарии, пубертатный период.

*В данной статье рассматривается идея о том, что пубертатный кризис – это естественная реакция человека, который хочет выйти из неосознаваемого сценария, который формируется в детстве, а способствуют этому родители, и начать жить по прописанному плану. Предполагается, что в негативной фазе пубертатного кризиса, подросток пытается выскочить из неосознанного жизненного сценария, а в позитивной фазе родителям удастся вернуть ребенка на место. Чтобы человек достиг успеха, необходимо помочь ему правильно выйти из неосознаваемого сценария. В этом случае учителя могли бы провести работу по выходу из неосознанного жизненного сценария, но они не владеют необходимой техникой. Вследствие чего подросткам приходится самим бороться за самостоятельность, теряя доверие к взрослым, которые мешают им бороться за свободу.*

В настоящее время существует множество примеров, когда человек учится на специальности, которая ему не подходит, вследствие чего специалист оказывается не востребован, идеи реализовать не удается, как бы он ни старался. Рассмотрим в данной статье почему так происходит.

Подростковый возраст (11–16 лет) связан как с перестройкой организма ребенка – половым созреванием, пубертатным периодом, так и со сменой ведущего типа деятельности, т.е. с учебной на активное «общение со сверстниками». Обе линии психического и физического развития не идут параллельно и границы периода подросткового возраста имеют достаточный разброс. Начинаясь с кризиса, весь период обычно протекает трудно как для самого ребенка, так и для близких ему взрослых. Поэтому подростковый возраст иногда называют затянувшимся кризисом.

Подростковый кризис - это переходный этап между детством и взрослой жизнью, поэтому стремление к самостоятельности в это время выражается особенно ярко. Всю жизнь ребенок был связан с родителями, зависел от них и слушался их. Теперь он старается

эту связь оборвать, чтобы доказать свою взрослость. Нежелание рвать эту связь со стороны родителей может привести к конфликтам

Подростковый кризис имеет несколько фаз. Сначала – негативная, когда происходит ломка имеющихся стереотипов и родители начинают замечать сложности в общении с ребенком. Далее – кульминационная точка кризиса, точка кипения и взрослых, и детей. В этот непростой период важно как можно лучше понять подростка. Показать, что вы его любите таким, какой он есть. Попытаться вместе выходить из различных ситуаций с учетом мнения подростка. Родителям стоит запастись терпением на несколько лет. В природе все закономерно, и подростковый период здесь не исключение. После того как фазы кризиса сменяют одна другую, он подойдет к концу. И вскоре наступает посткритическая фаза – построение новых отношений.

Трансактный анализ основан на концепции Эрика Берна о том, что человек запрограммирован «ранними решениями» в отношении жизненной позиции и проживает свою жизнь согласно «сценарию», написанному при активном участии его близких, и принимает решения в настоящем времени, основанные на стереотипах, которые некогда были необходимы для его выживания, но теперь по большей части бесполезны [1].

Неосознаваемый жизненный план формируется в детстве у всех без исключения. Помогают формировать такой план, в первую очередь, родители, передавая вербальные или невербальные послания. Основываясь на таких сценарных посланиях, человек не осознанно принимает решения.

В.В. Ковалева выделяет две фазы в пубертатном кризисе (нарушение поведения в возрасте 12-16 лет): негативная (12-14 лет) и позитивная (15-16 лет) [2].

В негативной фазе отмечается противоречивость личностных проявлений, что свидетельствует о нестабильности личности. В этой фазе происходят частые протесты. Но во второй фазе идет постепенная гармонизация личности, когда появляются цели в жизни и осознается место в обществе.

Можно предположить, что подросток в первой фазе пытается выскочить из неосознанного жизненного сценария. И нужно рассматривать такое поведение как нормальную реакцию человека, который хочет жить в гармонии и по прописанным осознаваемым планам, без чрезмерной опеки со стороны родителей. Делать что-то по-своему. Но обычно родителям и близкому окружению удастся подростка вернуть на неосознанный жизненный сценарий, который в большинстве случаев не совпадает с прописанным сценарием. Происходит это во второй фазе пубертатного периода. Личность в этой фазе прекращает борьбу за свободу, а значит сформирован рабско-тиранический характер.

В этом случае учителя могли бы провести работу по выходу из неосознанного жизненного сценария, но они не владеют необходимой техникой. И поэтому подросткам приходится самим бороться за самостоятельность, теряя доверие к взрослым, которые мешают им бороться за свободу.

Рассмотрим более подробно формирование сценариев в жизни

С самого рождения, взаимодействуя с родителями, мы выбираем стратегии поведения, которые сопровождают нас по всей жизни. Особенно явно они проявляются в стрессовой ситуации, проще пойти по знакомому сценарию. Вспомните как вы ведете себя в конфликтной ситуации с подчиненным или другим провинившимся. Видите ли в этом поведении знакомые нотки, которые что-то напоминают? Скорее всего родителей, у которых вы этому учились. Понаблюдайте телесные проявления, которые вы также успешно включаете в свой сценарий (смены поз, тяжелые вдохи). Когда мы занимаемся тем, что не доставляет нам удовольствия (учимся не на той специальности), мы осуществляем не осознаваемый сценарий, нам так кажется более безопасно. Мы решаем взрослые проблемы, неудачно, потому что следуем детским решениям, так и не достигнув результата.

Нам в детстве читают сказки родители, которые построены на заблуждении. Как и фильмы, которые мы смотрим уже взрослыми. Во всех сценариях фильма хорошая

концовка случается по волшебству, что в реальной жизни практически не бывает. Люди ждут волшебства, ничего не предпринимая, что является ошибочным. В это момент они следуют неосознаваемому жизненному сценарию. Взять, к примеру, сказку о Золушке. Она выполняла работу, терпя унижение со стороны мачехи и сестер, ничего не предпринимая, как вдруг появляется фея и по волшебству все налаживается. Люди живут по плану, построенному в детстве, но реальная жизнь этому плану не соответствует.

Но как же понять, что ты живешь не по тому сценарию? Посмотрите на свои действия, если они происходят от непонятных вам соображений, значит действуете по неосознанному сценарию. С вами часто происходят похожие ситуации с плохим исходом? Если да, то вы действуете по неосознанному сценарию, выстраивая их сами.

Существуют как успешные сценарии, так и неуспешные. Такая позиция формируется от трех до семи лет, основываясь на взаимодействии с матерью в довербальный период. В следствии формируется картина мира, которая строится на доверии к окружающему миру либо нет. Принимает решения, основываясь на собственные убеждения о мире. Человек обычно придерживается позиции, выбранной в детстве, но иногда может скакать от одной позиции к другой. Повезло, если успешная позиция выбрана с детства. А может же быть и неуспешная. Изменив свое сценарное поведение, жизнь становится лучше [3].

Рассмотрим, что представляют из себя сценарные послания родителей.

Они бывают невербальными и вербальными. Чаще всего передаваемые послания оказываются невербальными (в поведении родителя), например, демонстрация неприязни к противоположному полу. Но встречаются и вербальные, например, высказывание: «Мужчины всегда поступают по отношению к женщинам плохо!»

В детстве мы слушаем советы и указания родителей, но когда наступает взрослая жизнь, мы храним это все в психике, послания усваиваются бессознательно. Так они прививают нам отношение к действительности.

Множество примеров свидетельствуют об этом. Многие говорят о том, что когда у них будет своя семья, они будут вести себя не как родители, но поитоге не осознавая этого, они копируют сценарий и поведение родителей, подбирают партнеров похожих на своих мам или пап.

Важную роль в сценарии имеет мнение и высказывание родителя про ребенка. [4]

Разберем общение родителя и подростка через трансактный анализ.

1 пример: Взрослый – родитель – ребенок.

-Мама, скажи, пожалуйста, ты не видела мою рубашку?

- Вечно ты все теряешь!

- Первый раз не могу найти рубашку. Ты всегда кричишь на меня. У тебя ничего спросить нельзя.

2 пример: Взрослый – взрослый.

- Мама, скажи, пожалуйста, ты не видела мою рубашку?

- Видела. Она на стуле в комнате.

- Спасибо.

3 пример: взрослый – взрослый – родитель - ребенок

- Что случилось? Почему ты опоздал?

- У меня сломался будильник, прости.

- Вечно у тебя что-нибудь происходит. На твоём месте я бы проверяла будильники.

- Я не виноват, вечно я всё не так делаю, тебе все не нравится.

4 пример: Взрослый – взрослый.

- Что случилось? Почему ты опоздал?

- У меня сломался будильник, прости.

- Пожалуйста, будь внимательнее в следующий раз, я замерзла тебя ждать.

- Хорошо, мама.

Подводя итог, хотелось бы отметить, что трансактный анализ – это рациональный метод понимания поведения, основанный на заключении, что каждый человек может научиться доверять себе, думать за себя, принимать самостоятельные решения и открыто выражать свои чувства. Данный вид анализа предоставляет клиенту возможность выйти за рамки неосознаваемых схем и шаблонов поведения, и, приняв иную когнитивную структуру поведения, получить возможность произвольного свободного поведения. Трансактный анализ предназначен для кратковременной психокоррекционной работы, показывает эффективность в групповой работе.

#### **Литература:**

1. Трансактный анализ, как метод психотерапии. Перминова Н.А. / Режим доступа: <http://www.transactional-analysis.ru/methods/273-ta-method> (дата обращения: 25.03.2019)
2. В.В. Ковалев Семиотика и диагностика психических заболеваний у детей и подростков. Издательство: г Москва "Медицина" 1985
3. Сценарий начинается с... или трансактный анализ для непосвященных. Иванова Н.В. / Режим доступа: <http://www.transactional-analysis.ru/base/289-script-starts> (дата обращения: 23.03.2019)
4. Андраханова Н. Журнал «Профессия - директор», г. Санкт-Петербург, №3, март, 2008 г.

УДК 379.8

### **Вклад Ж.Р. Дюмазье в мировое досуговедение**

В.С. Кузнецова, Н.И. Пузевич

Братский Государственный Университет, ул. Макаренко 40, Братск, Россия

**Ключевые слова:** теория досуга, Дюмазье, педагогика досуга, «цивилизация досуга».

*Научный статус и общественное признание той или иной науки в значительной мере зависят от степени разработанности ее теоретических основ, которые раскрывают предмет, цели, закономерности и функции данной науки, ее связи с практикой. Досуговая деятельность в этом плане, как самостоятельное фундаментальное научное и образовательное направление, не является исключением. В данной статье представлены группы определений понятия «досуг», функции досуга. В работе рассказывается о социологе Ж. Дюмазье, который является одним из основоположников мирового досуговедения, а также о его вкладе в теорию досуга.*

Организация досуговой деятельности и свободного времени, их сущность, объем, и структура были и остаются актуальными в различных науках (педагогике, психологии, философии, социологии). Единого определения понятия «досуг» в современной науке до сих пор нет, так как досуговедение является объектом исследования многих авторов.

Так Ожегов С.И. в своём «Словаре русского языка» досуг принял как «свободное от работы время», «свободное от дела, праздное время». В «Толковом словаре живого великорусского языка» В. Даля досуг рассматривается как «незанятое время; простор для дела; забава, занятия для отдыха». А вот западная наука стремилась утвердить досуг как «истинное время жизни», едва ли не единственный смысл человеческого существования.

Во второй половине XX века педагогика досуга начинает свой путь как самостоятельная, самодостаточная область человеческого познания. Это время ознаменовано появлением целого ряда социологических теорий и научных школ досуга. Однако наиболее значимые открытия в сфере досуга были сделаны западными социологами

(Г.Виленский, Т. Веблер, Ж. Дюмазье, Э. Гидденс, М.Мид, С.Паркер). а также у представителями психологической науки (З. Фрейд, Э. Дюргейм и др.)

Один из аналитиков досуговых теорий, американский социолог С. Паркер, разделил существующие определения досуга на 3 группы (рисунок 1).

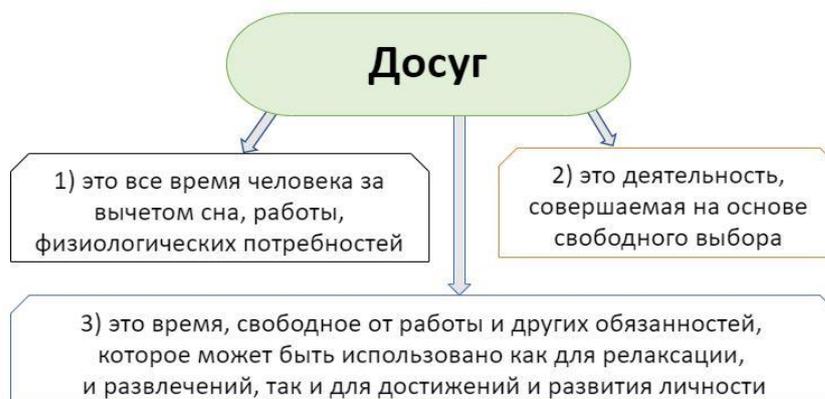


Рис. 1. Группы определений «Досуга» по С.Паркеру

С третьей группой (в которой говорится о досуге как о времени для релаксации и для развития личности) связана набравшая популярность за последние годы теория «цивилизации досуга». Именно в контексте данной теории досуг является носителем этико-эстетической революции. Освободив значительное количество времени для человека (в результате высоких темпов развития НТР), постиндустриальное общество заинтересовано в том, чтобы свободное время было использовано человеком не только для восстановления физических и психических сил, но также для удовлетворения его потребностей в постижении культуры и социальных устремлений.

Одним из главных представителей данной теории является французский социолог Ж. Дюмазье. Он ввёл понятие «социокультурной деятельности» как сознательной, преднамеренной организованной деятельности личности в свободное время. Досуг, по мнению социолога, это деятельность, помимо той, которая связана с работой, семьёй и обществом, к которой человек обращён по своему желанию, для того, чтобы расслабиться, разнообразить и расширить сферу познания и участия в общественной жизни, проявить свои творческие способности [1].

Жоффер Дюмазье считается одним из основоположников мирового досуговедения. Им были написаны такие труды, как: «На пути к обществу досуга» в 1962 г., «Досуг и город» в двух томах (Том I – 1966 г.; Том 2 – 1976 г.). Однако настоящей сенсацией в зарубежном досуговедении стала монография Дюмазье «Культурная революция свободного времени», написанная в 1988 г. По этой книге в ряде городов Великобритании, Канады, Австралии и США, в период 1989-1991 гг. состоялась серия научных конференций.

Дюмазье (Dumazedier) Жоффер Роже – французский социолог (зачастую в интернете и других изданиях его фамилию переводят как «Дюмазедье», однако в данной работе будем придерживаться перевода сайта Unesco «Дюмазье»). Окончил Парижский и Германский университеты. С 1952 года вёл преподавательскую и научную работу в Центре научных исследований в качестве профессора Института социальных наук о труде; с 1962 стал профессором Сорбонны, являлся руководителем группы в национальном Центре научных исследований и группы по социологии досуга в Центре социологических исследований, работал в Центре по изучению проблем урбанизма. Активно занимался общественной деятельностью: является основателем фонда «Народ и культура», был председателем комитета по исследованию досуга и моделей культурного поведения в Международной социологической ассоциации.

Первые его научные публикации относятся к 50-м гг. Это «Новый взгляд на Олимпийские игры» (в соавт., 1952); «Досуг в повседневной жизни» (с Ж. Фридманом, 1954); «Телевидение и народное образование» (в соавт., 1955); «Труд и досуг» (в «Трактате

по социологии труда», 1962). Помимо общих проблем досуга, изучал также проблемы: «Досуг и кино», «Распространение книги и чтения в современном мире». Руководил рядом крупных эмпирических исследований, из которых следует особо отметить исследование, обобщающее развитие городского досуга за периоды 1900-1957 и 1957-1964 гг., и исследование об использовании досугового пространства.

Анализ эмпирических исследований привели Дюмазье к мысли, что досуг, или свободное время, в жизни жителей развитых стран незначительно уступает рабочему времени и имеет тенденцию возрастать; а по предпочтительности, привлекательности, ценности – превзошёл труд (многие люди предпочитают меньше зарабатывать, но иметь больше свободного времени). Так в одной из своих работ Дюмазье пишет: «Менее чем за пятьдесят лет досуг зарекомендовал себя не просто как право, а как элемент ценности». Как сфера жизнедеятельности общества, досуг также занял значительное место, вызвал развитие отдельных отраслей экономики досуговой инфраструктуры (рисунок 2). Современный досуг не является, как прежде, «приложением» к труду – отдыхом от него и подготовкой к нему. Самодостаточный характер сделал его «независимой переменной». [2]

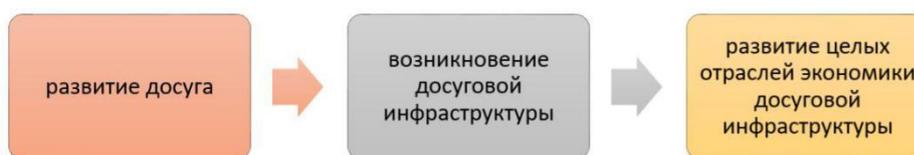


Рис. 2. Причинно-следственная связь развития индустрии досуга

Изменение жизненных ориентации на досуг (особенно у молодёжи), его автономизация, – всё это свидетельство коренных изменений в образе жизни, наступления «цивилизации досуга» (рисунок 3). В отличие от другого французского социолога Фурастье, Дюмазье считал, что «цивилизация досуга» уже наступила. Правда, идея «цивилизации досуга», фиксирующая качественные изменения в досуге, получила значительное распространение в основном в западной социологии. [2]



Рис. 3. Главные причины наступления «цивилизации досуга» по Ж. Дюмазье

Особое место при исследовании структуры свободного времени Дюмазье посвящает изучению проблем урбанизма. Экзистенциальный аспект отношения к досугу, измеряемый его привлекательностью, индивидуально-личностным значением, подтверждает преобладание ценностного отношения к свободному (по сравнению с рабочим) времени. Ж. Дюмазье в своей книге «На пути к обществу досуга» выделяет три функции досуга [4] (рисунок 4).

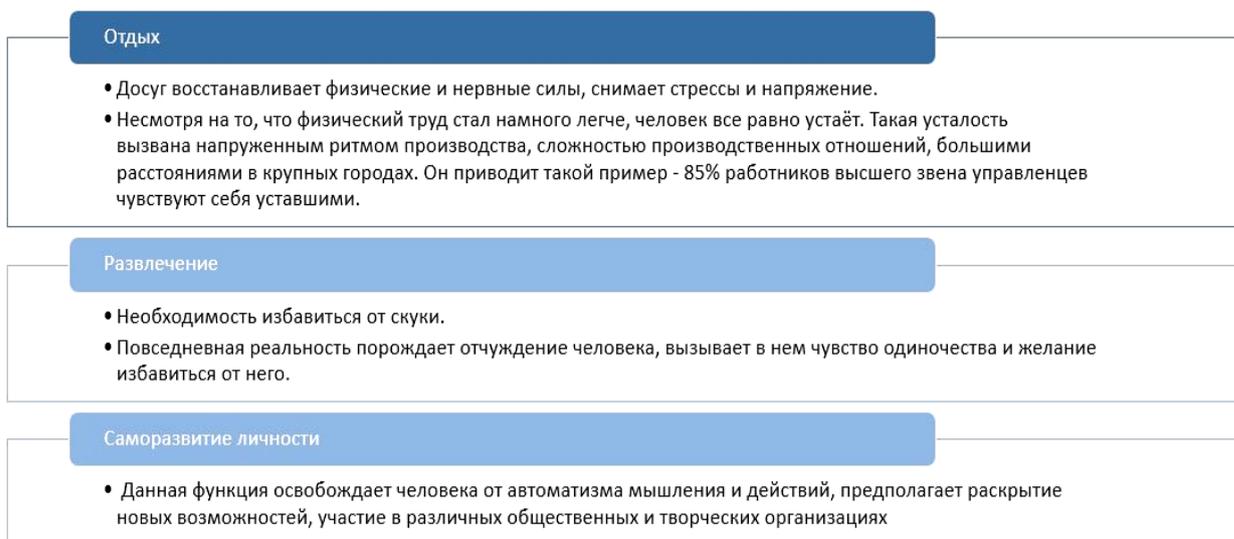


Рис. 4. Функции досуга по Ж. Дюмазье

Немалым вкладом Ж. Дюмазье при исследовании свободного времени стало введение им понятия полусвободное время (полудосуг). Под полудосугом он рассматривает свободное время в широком смысле и определяет его как досуговую деятельность, заполняемую занятиями отчасти ограниченными обязанностями (дополнительная работа, повышение профессионального уровня, получение дополнительного образования, курсы и т. п.; огородничество, садоводство, спортивная, музыкальная деятельность и т. д.), отчасти утилитарными, отчасти безвозмездными [3].

Результаты исследований Ж. Дюмазье дают возможность сделать выводы о гибкости границ свободного времени, разнообразии его структуры, обусловленной интенциональностью субъектов (способностью обладать стремлениями и намерениями, а также осуществлять их или отказываться от них) [3]. По мнению социолога досуг – это «совокупность занятий, которым личность может предаваться по доброй воле, чтобы отдыхать, развлекаться, развивать свою информированность или образование,... будучи свободным, от выполнения профессиональных, семейных и гражданских обязанностей». Следует обратить внимание на то, что у автора досуг чётко разграничивается с такими видами деятельности, как семейные, религиозные, общественные и другие обязанности, а среди функций, выполняемых досугом, он наряду с отдыхом и развлечением выделяет функцию развития личности. Этот момент говорит о том, что у автора досуг не ассоциируется с бесполезным проведением времени. Кроме того, Ж. Дюмазье отмечает, что «высвобожденное» от профессионального труда время, ранее воспринимавшееся лишь как дополнительное к нему и необходимое для воспроизводства рабочей силы, «постепенно стало приобретать все более самостоятельное значение, становясь решающим фактором для создания новых коллективных ценностей» [5].

Ж. Дюмазье является наиболее крупным представителем «Модели досуга как функции досуговых мероприятий». Он во многом отождествлял досуговую деятельность с рекреацией, изучал досуг как средство расслабления, удовлетворения свободного выбора, расширения сферы познания и спонтанного участия в общественной жизни, проявления творческих возможностей [6].

Рост значимости досуга оказывает значительное влияние на экономическую сферу общества, вызывая ее изменения, стимулируя развитие досуговой инфраструктуры. Это, по мнению Ж. Дюмазье, и свидетельствует о наступлении «цивилизации досуга» с присущим ей разрывом зависимости между досугом и трудом: досуг служит не столько для восстановления потраченных физических и духовных сил, сколько для удовлетворения потребности более высокого плана – самовыражения, самоутверждения, социальной идентификации [7].

Но всё же не стоит буквально воспринимать название книги Ж.Дюмазье – «На пути к «обществу досуга»». Так как в чистом виде «общества досуга» быть не может. Людям необходимо заниматься производственной деятельностью, в той или иной степени. Ж.Дюмазье своим названием, по нашему мнению, хотел обратить внимание на возрастание значимости досуга в жизни граждан индустриально развитых стран [8].

Обобщая выше сказанное отметим, что свободное время – это часть внерабочего времени, остающегося у человека за вычетом разного рода необходимых затрат (например, не занятое работой, служебными или общественными занятиями, учёбой). Но досуг – это больше, чем просто свободное время или перечень видов деятельности, направленных на восстановление. Он может стать важным фактором физического развития детей. Любимые занятия в часы досуга поддерживают эмоциональное здоровье. Досуг следует понимать, как центральный элемент культуры, имеющий глубокие и сложные связи с общими проблемами работы, семьи и др.

Современная теория досуга предполагает использование широкого диапазона концепций, опирающихся на большинство макросоциологических теорий. Ж. Дюмазье является одним из социологов, рассматривающих досуг как функцию досуговых мероприятий. Этот теоретик представляет и уравнивает досуговую деятельность с отдыхом (рекреацией) – современный досуг перестаёт быть «приложением к труду, отдыхом от него и подготовкой к нему». Дюмазье изучает досуг как средство проявления творческих возможностей, расширение сферы познания, свободного выбора, расслабления.

### **Литература**

1. Социально-педагогическая характеристика досуговой деятельности учащихся [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://superinf.ru/view\\_helpstud.php?id=931](https://superinf.ru/view_helpstud.php?id=931) (дата обращения 20.02.2019)
2. Дюмазье Жюфф Роже – Социология [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://socio.rin.ru/cgi-bin/article.pl?id=303> (дата обращения 20.02.2019)
3. Вклад Ж.Дюмазье в теорию досуга. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://studfiles.net/preview/3196147/page:4/> (дата обращения 20.02.2019)
4. Лапина В.Г., Любивая А.И. «Социокультурный Сервис за рубежом». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://kzref.org/v-g-lapina-a-i-lyubivaya-sociokuleturnij-servis-za-rubejom.html?page=2> (дата обращения 20.02.2019)
5. Батнасунов А.С. Досуг как объект социологического исследования: основные подходы исследования [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://superinf.ru/view\\_helpstud.php?id=1860](https://superinf.ru/view_helpstud.php?id=1860) (дата обращения 20.02.2019)
6. Грушецкая И.Н. Социально-педагогическая характеристика досуговой деятельности учащихся [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://superinf.ru/view\\_helpstud.php?id=931](https://superinf.ru/view_helpstud.php?id=931) (дата обращения 21.02.2019).
7. Дюмазье, Ж. На пути к цивилизации досуга / Ж. Дюмазье // Вестн. МГУ. Сер. 12, Социально-политические исследования. – 1993. – № 1. – С. 83-88.
8. Дуликов В.З. Досуговая составляющая в структуре свободного времени человека эпохи компьютерных технологий / В.З. Дуликов // Вестн. МГУКИ. Социально-культурная деятельность. – 2015. № 2(64). – С. 153-160.

## СОДЕРЖАНИЕ

### *Строительство и архитектура*

<b>Семенова И.С.</b> Физико-химические методы определения характеристик гидротехнических бетонов .....	3
<b>Коваленко Г.В., Бакулин А.Ю.</b> Особенности расчета железобетонных купольных конструкций с учетом влияния краевого эффекта .....	8
<b>Макарова И.А., Акишина Ю.О., Рябкова Е.С.</b> Влияние добавки золы-унос на физико-технические свойства керамических изделий на основе микрокремнезема и пыли электрофильтров алюминиевого производства.....	11
<b>Куликов О.В., Юсуфов Ю.К.</b> Расчет рамы каркаса многоэтажного здания на сейсмическое воздействие .....	15
<b>Кривошеин А.Ю.</b> Проблемы и перспективы жилого фонда массовой застройки ..	20
<b>Шкулёва А.В.</b> Неразрушающие методы определения прочности бетона гидротехнических сооружений .....	24
<b>Макарова И.А., Татиевская М.С., Колганова Е.А.</b> Особенности технологии изготовления стеновых керамических материалы с белым черепком .....	29
<b>Воробьев А.О.</b> Перспективы развития жилищного фонда .....	34
<b>Косых А.В., Маргарян Д.Э.</b> Повышение эффективности газозолобетона путем армирования дисперсными волокнами .....	38
<b>Косых А.В., Гаврищук Ю.С., Заика Д.М.</b> К вопросу повышения коэффициента конструктивного качества газозолобетонов .....	41
<b>Макарова И.А., Каминский Н.А., Бочкарева К.Ю.</b> Особенности использования сырья с повышенным содержанием карбонатов для изготовления керамических изделий.....	44
<b>Макарова И.А., Подольский А.А., Симакова А.Г.</b> Особенности технологии изготовления пористого заполнителя на основе микрокремнезема и жидкого стекла .....	48
<b>Казанкина Я.В.</b> Капитальный ремонт в жилых многоквартирных домах на завершающем этапе жизненного цикла .....	52
<b>Куликов О.В., Бузин Г.В.</b> Исследование прочностных характеристик глинистых грунтов на промплощадке БЛПК.....	55
<b>Дудина И.В., Фирсов С.А.</b> Анализ методов расчёта внецентренно сжатых железобетонных элементов .....	58
<b>Люблинский В.А., Хамина А.Ф.</b> Оценка многоэтажных зданий в начале жизненного цикла эксплуатации.....	62
<b>Дудина И.В., Каверзина О.С.</b> Анализ методов расчета железобетонных тонкостенных пространственных конструкций .....	67
<b>Люблинский В.А., Голубева Е.А., Волкова О.Е.</b> Стадийность жизненного цикла как основа проектирования и эксплуатации здания .....	71
<b>Акентьева Ю.С.</b> Состояние жилищного фонда города Братска .....	77
<b>Кузнецова В.М., Колесников Р.А., Гаврищук Ю.С.</b> Поровая структура газозолобетона .....	80
<b>Волкова О.Е., Волкова А.А., Щербина Е.В.</b> Краткосрочный план реализации региональной программы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах города Братска на 2019 год.....	83
<b>Куликов О.В., Сахно А.А.</b> Защита зданий и сооружений Восточной Сибири от грунтовых вод .....	86
<b>Переголчина Л.В., Глебушкина Л.В., Собиров С.А.</b> Роль и место Душанбинской агломерации в системе расселения республики Таджикистан .....	89
<b>Цимбалей А.В.</b> Реконструкция промышленных зданий: виды, этапы, специфика ...	93

## *Менеджмент*

---

<b>Батырь В.С.</b> Технология Блокчейн для решения проблем организации документооборота предприятий .....	98
<b>Говорина Я.В., Кузнецова В.С.</b> Анализ нематериальных активов ПАО ГМК «Норникель» по методике Ю.А. Прокопьевой.....	101

## *Экология и природопользование*

---

<b>Горюнова А.А., Князева А.В., Никифорова В.А.</b> Характеристика состояния атмосферного воздуха населенных пунктов Российской Федерации .....	108
<b>Стрелков Б.П., Игнатенко О.В., Никифорова В.А.</b> Анализ показателей качества подземных вод на территории расположения ООО «Братский завод ферросплавов» .....	111
<b>Гришкин Д.С.</b> Экологические аспекты модернизации теплоэнергетического предприятия .....	114
<b>Гаврилова Е.В., Никифорова В.А.</b> Оценка загрязнения почвенного покрова в зоне влияния предприятия цветной металлургии .....	117
<b>Алексеев А.В., Игнатенко О.В., Никифорова В.А.</b> Влияние лесосплава на качество вод Братского водохранилища .....	120
<b>Арзамасова В.А., Ерофеева М.Р.</b> К вопросу о воздействии предприятий целлюлозно-бумажной отрасли на компоненты окружающей среды (на примере Филиала АО «Группа «Илим» в г.Братске) .....	123
<b>Филиппова К.К., Никифорова В.А.</b> Экологическая оценка состояния атмосферного воздуха на урбанизированных территориях .....	127
<b>Рыбалко К.Ю., Никифорова В.А.</b> Аспекты состояния лесных экосистем Иркутской области .....	132
<b>Шабалина А.С., Ерофеева М.Р.</b> Твердые коммунальные отходы как источник различных видов вторичного сырья .....	135
<b>Кобзев А.В., Ерофеева М.Р.</b> Комплексная оценка уровня загрязнения реки Вихорева за 2018 г .....	139

## *Современные технологические машины и оборудование*

---

<b>Филиппова Е.А., Ковальчук Д.В., Герасимов С.Н.</b> Разработка структуры процесса обработки свежесушеных строительных материалов .....	143
<b>Воронович А.М.</b> Гибкие нагревательные элементы и возможное их применение для обогрева рабочего органа землеройной машины .....	146
<b>Звядинцева С.Ю., Чирков Е.А., Леон А.В.</b> Зарубежные комбинированные методы обработки материалов .....	151

## *Теплоэнергетика и теплотехника*

---

<b>Юрин К.Г., Бобровский А.П.</b> Определение показателей микроклимата в турбинном цехе ТЭЦ-6 .....	155
---	-----

<b>Бобровский А.П., Юрин К.Г.</b> Анализ работы систем золоулавливания и золоудаления.....	161
<b>Крумин О.К., Никиткова В.А.</b> Модернизация системы автоматического регулирования температуры теплового узла в многоквартирном доме .....	164

### *Электроэнергетика и электротехника*

---

<b>Донской А.Н.</b> Повышение качества электроэнергии в электросетях с дуговыми сталеплавильными печами .....	168
<b>Донской А.Н.</b> Влияние дуговых сталеплавильных печей на качество электроэнергии в электросетях .....	170
<b>Шанжаев Б.Д.</b> Применение ВОЛС в качестве цепей тока и напряжения подстанции .....	173
<b>Бахмисов Д.Е., Струмяк А.В.</b> Численное моделирование системы измерения напряженности электрического поля .....	176
<b>Угодин А.С.</b> Автоматика высокочастотного телеотключения на радиальных воздушных ЛЭП 220 кВ .....	180

### *Автоматизация и управление*

---

<b>Иванов Н.Н.</b> Системы управления промышленных роботов.....	184
<b>Бобылев А.Ю.</b> Разработка и настройка нечеткой системы автоматического управления магистральной насосной станции нпс-4 ООО «Транснефть-Восток».....	186
<b>Казак С.С.</b> Развитие сетей 5G в России .....	190
<b>Ефанов Н.Л.</b> Построение математической модели прокатного стана на основе С-графа .....	193
<b>Седова В.В.</b> Актуальность применения технологий виртуальной реальности в производстве .....	197
<b>Тарасенко В.Д.</b> Разработка и настройка нечеткой системы автоматического управления для сушильной камеры на АО «Группа «Илим» филиала в г. Братске .....	200
<b>Ефанов Н.Л.</b> Разработка модели производства алюминиевой катанки .....	205

### *Информационные системы и технологии*

---

<b>Чупин В.Ю., Горохов Д.Б.</b> Современные информационные технологии в научных исследованиях .....	209
<b>Ломов И.И., Мельникова В.А.</b> Возможности применения алгоритмов на основе моделей бинарного выбора в процессе подбора персонала .....	211
<b>Краснов Я.В., Мельникова В.А.</b> Алгоритмы оптимизации на основе естественных систем .....	215
<b>Геть А.И., Горохов Д.Б.</b> Технологии промежуточного представления программного кода .....	218
<b>Курчатов А.Н., Мельникова В.А.</b> Использование архитектурного паттерна MVP (Passive View) в разработке приложений для платформы Android на языке Java.....	220
<b>Сафьянова В.Б., Мельникова В.А.</b> Актуальность разработки мобильных приложений как средства продвижения бизнес-проектов на примере услуг ателье.....	224

<b>Курчатов А.Н., Мельникова В.А.</b> Использование локальных модульных тестов в разработке приложений для платформы Android на языке Java.....	227
<b>Ломов И.И., Мельникова В.А.</b> Применение методов машинного обучения для организации процесса подбора персонала.....	230
<b>Кузнецов Е.В.</b> Факторы, влияющие на критерий поиска маршрута движения.....	234
<b>Босых М.А., Горохов Д.Б.</b> Отбор алгоритмов машинного обучения, пригодных для программирования, ориентированного на решения задачи .....	238
<b>Карнаухов А.С., Горохов Д.Б.</b> Инструментарий для работы с семантическими сетями на программной платформе Java.....	243
<b>Карнаухов А.С., Горохов Д.Б.</b> Преобразование семантической сети на основе автоматизированного анализа текста .....	245
<b>Колтыгин Д.С., Рау Г.А.</b> Анализ особенности передачи данных по электросети.....	249

### *Педагогика и психология в образовании*

---

<b>Фалунина Е.В.</b> Графический метод корреляционного анализа психологических и педагогических исследований.....	252
<b>Рыженко Ю.И., Лодкина Е.В., Фалунина Е.В.</b> Изучение эффективности методов и приемов менеджмента в управлении общеобразовательной школой.....	255
<b>Грекина Т.Л., Трофимова М.В., Фалунина Е.В.</b> Поликультурная компетентность педагогов ДОО в процессе взаимодействия с семьей .....	258
<b>Троякова Н.В., Максимова В.Н., Фалунина Е.В.</b> Особенности профессиональной мотивации будущих педагогов к педагогической деятельности в современном поликультурном образовании.....	262
<b>Шалыгина Ю.В., Трофимова М.В.</b> Программа выявления уровня толерантности у преподавателей высших учебных заведений.....	267
<b>Павлова Р.А.</b> Толерантное отношение школьных педагогов к детям с ограниченными возможностями в условиях инклюзивного образования.....	270
<b>Новоселова О.И., Наумова Н.Н., Фалунина Е.В.</b> Современные подходы модернизации профессиональной подготовки преподавателей вуза.....	274
<b>Степанищева М.В., Ковригина С.В., Фалунина Е.В.</b> Рейтинговая система оценки обучающихся в системе высшего образования.....	278
<b>Чупина А.В., Фалунина Е.В.</b> Подростковый возраст через призму транзактного анализа .....	283
<b>Кузнецова В.С., Пузевич Н.И.</b> Вклад Ж.Р. Дюмазье в мировое досуговое образование.....	286

НАУЧНОЕ ИЗДАНИЕ

**Молодая мысль:  
наука,  
технологии,  
инновации**

**Материалы XI (XVII) Всероссийской  
научно-технической конференции  
студентов, магистрантов, аспирантов  
и молодых ученых  
01-05 апреля 2019 года**

Материалы опубликованы в авторской редакции

Формат 84 x 108 1/16

Печать трафаретная

Уч.-изд.л. 29,8.

Усл.печ.л. 29,8

Тираж экз. Заказ

Отпечатано в издательстве ФГБОУ ВО «БрГУ»

665709, Братск, ул. Макаренко, 40