



ТРУДЫ

СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
(ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА)

ВЫПУСК ДВАДЦАТЬ ПЯТЫЙ

ВЛАДИКАВКАЗ 2018

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ТРУДЫ

СЕВЕРО-КАВКАЗСКОГО
ГОРНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА
(ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА)

ВЫПУСК ДВАДЦАТЬ ПЯТЫЙ

ВЛАДИКАВКАЗ 2018

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

<i>Темираев Р. Б.</i>	(гл. редактор), д-р с.-х. наук, профессор
<i>Босиков И. И.,</i>	канд. техн. наук, доцент
<i>Галачиева С. В.,</i>	д-р экон. наук, профессор
<i>Гончаров И. Н.,</i>	д-р техн. наук, профессор
<i>Гроппен В. О.,</i>	д-р техн. наук, профессор
<i>Делиева Л. М.,</i>	канд. филол. наук, профессор
<i>Евдокимов С. И.,</i>	канд. техн. наук, доцент
<i>Клюев Р. В.,</i>	д-р техн. наук, профессор
<i>Лолаева Д. Т.,</i>	канд. филос. наук, доцент
<i>Лолаев А. Б.,</i>	д-р техн. наук, профессор
<i>Осикина Р. В.,</i>	д-р с.-х. наук, профессор
<i>Позднякова Т. А.,</i>	д-р экон. наук, профессор
<i>Тускаева З. Р.,</i>	канд. техн. наук, доцент
<i>Хадзарагова Е. А.,</i>	д-р техн. наук, профессор
<i>Хугаева Р. Г.,</i>	канд. юрид. наук, доцент

В сборник «Труды Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета)» включены статьи и научные разработки преподавателей, сотрудников и студентов вуза.

УДК 621.433:665.72 (045)

*Канд. техн. наук, доцент БОСИКОВ И. И.,
канд. геолого-минерал. наук, доцент ДЗЕРАНОВ Б. В.,
канд. техн. наук, доцент ГАВРИНА О. А.*

**ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ
ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОВЫХ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

В статье приведена оценка пространственной неоднородности геологического объекта. В процессе исследований проводилась количественная оценка неоднородности, т. е. были рассмотрены локальные объекты и их структуры. По геологическим картам проведен анализ и разработаны новые приемы анализа геологических данных. Проведены исследования для количественного подхода к оценке локальных и региональных пространственных неоднородностей. В работе используется прием изучения региональных пространственных неоднородностей – пространственно-статистический метод анализа.

Ключевые слова: *нефтегазовая отрасль, пространственно-статистический метод анализа, объекты и структуры нефти и газа, оценка, анализ, перспективность.*

I. I. Bosikov, B. V. Dzeranov, O. A. Gavrina

**ESTIMATION OF SPATIAL INHOMOGENEITY OF ENERGY
CARRIERS OF OBJECTS OF OIL-GAS DEPOSITS**

The article estimates the spatial heterogeneity of a geological object. In the course of the research, a quantitative assessment of the inhomogeneity was carried out. Local objects and their structures were examined. Geological maps have been analyzed and new techniques for analyzing geological data have been developed. Studies have been carried out for a quantitative approach to the assessment of local and regional spatial inhomogeneities. The paper uses the method of studying regional spatial inhomogeneities - the space-statistical method of analysis.

Keywords: *oil and gas industry, spatial-statistical analysis, oil and gas objects and structures, evaluation, analysis, prospects.*

Введение. Оценка пространственной неоднородности любого геологического объекта является основой его изучения. При детальном исследовании проводится количественная оценка неоднородности, т. е. охватываются локальные объекты и структуры. Государственные средне- и крупномасштабные геологические съемки и разработка новых приемов анализа геологических данных создали условия для количественного подхода к оценке локальных и региональных пространственных неоднородностей. Одним из приемов

изучения региональных пространственных неоднородностей является пространственно-статистический метод анализа [1–5].

Суть метода заключается в следующем: если любую геологическую карту разбить на равновеликие участки регулярной сетью, фиксируя наличие и количество оцениваемого геологического признака (параметра) на каждом участке карты, то получают матрицу значений, которая преобразована в систему изолиний, точнее топографических поверхностей Соболевского, отражающих пространственное распределение изучаемого свойства (признака или его параметра). С помощью этого метода исследовали качественные признаки и их количественные параметры, обладающие изменчивостью в пространстве [7–9].

Методы исследования. Пространственно-статистический анализ (ПСА) позволил оценить системные характеристики исследуемых множеств, их сложность, плотность, упорядоченность, организованность и т. п. ПСА, являясь формальным приемом исследования, обеспечил воспроизводимость результатов; проведены формальные границы между геологическими объектами, не обладающими естественными границами, в частности, выявлены рудные зоны, зоны разломов; количественно исследованы качественные показатели, например сложность системы.

В качестве обобщенной пространственно-статистической характеристики использовалось 2 показателя: показатель сложности геологического строения, предложенный Богацким, и критерий Де-Джеффри Вигнала. Простой показатель сложности геологического строения (ПСГС) определяется суммированием общего количества основных элементов геологического строения для каждой ячейки топокарты масштаба 1 : 25 000, входящих в заданные листы Госгеолкарты-200. Для определения ПСГС нами, на основании анализа фондовой литературы, были выделены 35 признаков геологического строения, указывающих на предположительное наличие полезных ископаемых. Листы карты М-37-XXVIII, М-37-XXIX, М-37-XXX, М-37-XXXIV, М-37-XXXV, М-37-XXXVI масштаба 1 : 200 000 были разделены на 384 ячейки листов с известными координатами центров (рис. 1).

Проведенные исследования. Признаки были выделены на основании стратиграфических, геоморфологических, структурно-тектонических, литологических, геофизических предпосылок наличия рудных и углеводородных ПИ. Далее была произведена формализация признаков в ноль-единичной системе «да, нет», «1, 0» (наличие признака оценивается 1). Все значения заносились в таблицу, содержащую номер ячейки, координаты её центра и значения каждого признака в данной ячейке [5–9].

Каждый столбец-признак имеет оригинальное обозначение из букв английского алфавита и арабских цифр, P1, P2, P35 (в соответствии с порядковым номером признака); дополнительными столбцами таблицы являются порядковый номер (обозначается *M*) и координаты центров элементарных ячеек Госгеолкарты-200 в системе Pulkovo 1942. В качестве обобщенной пространственно-статистической характеристики использован простой показатель сложности геологического строения (ПСГС), определяемый суммированием общего количества основных элементов геологического строения для каждой из 64 ячеек, входящих в лист Госгеолкарты-200.

Перечень признаков для оценки перспективности:

– Стратиграфические признаки имеют шифр с P1 по P7 и выделены синим цветом. Стратиграфические признаки в каждом из 384 квадратов масштаба 1 : 25 000 определялись по наличию стратиграфических подразделений, слагающих данную территорию).

– Тектонические признаки (тектонические структуры и разломы) в таблице под шифрами с P8 по P9, выделены зеленым цветом. Структурно-тектонические признаки в каждом из 384 квадратов масштаба 1 : 25 000 определялись по наличию тектонических нарушений в каждом квадрате.

Условные обозначения
× - центр ячейки
26 - порядковый номер квадрата

Рис. 1. Схема разбивки карты на 384 ячейки листов геологических карт

– Геоморфологические признаки (морские, делювиальные отложения и т. д.) в таблице имеют шифр с P10 по P16 и выделены фиолетовым цветом. Данные признаки в каждом из 384 квадратов масштаба 1 : 25 000 определялись по наличию морских, делювиальных и т. д. отложений в каждом квадрате [7–11].

– Гидрологические признаки (наличие рек) в таблице 1 имеют шифр с P17 по P20, выделены голубым цветом. Данные признаки в каждом из 384 квадратов масштаба 1 : 25 000 определялись по наличию рек в каждом квадрате.

– Литологические признаки (отложения песков, глин и т. д.) имеют шифр с P21 по P29, выделены серым цветом. Данные признаки в каждом из 384 квадратов масштаба 1 : 25 000 определялись по наличию отложения песков, глин и т. д.

– Признаки аномалии гравитационного поля (положительные и отрицательные аномалии) в таблице имеют шифр с P29 по P35, выделены темно-

зеленым цветом. Данные признаки в каждом из 384 квадратов масштаба 1 : 25 000 определялись по наличию положительных и отрицательных гравитационных аномалий [3–5].

Наличие признаков заносилось в таблицу «Объект – признак» как «1», а отсутствие признака – «0». Таблица 1 создавалась в программе Microsoft Excel.

Таблица 1

Перечень признаков для оценки перспективности

Группы признаков	Наименование признака	Код
Стратиграфические	Четвертичная система (Современный)	P1
	Четвертичная система (Верхний)	P2
	Четвертичная система (Нижний)	P3
Стратиграфические	Неогеновая система (Верхний Плиоцен)	P4
	Неогеновая система (Надпонтическая свита)	P5
	Неогеновая система (Нижний Плиоцен)	P6
	Неогеновая система (Верхний Миоцен)	P7
Тектонические	Воронежская антеклиза	P8
	Тектонические нарушения	P9
Геоморфологические	Морские отложения	P10
	Морские отложения и континентальные отложения	P11
	Речные отложения	P12
	Эолово-делювиальные отложения	P13
	Делювиальные отложения	P14
	Приуроченные к небольшому поднятию	P15
	Равнины	P16
Гидрологические	Россошь	P17
	Северский Донец	P18
	Быстрая	P19
	Лихая	P20
Литологические	Иоловые отложения	P21
	Отложения суглинков	P22
	Отложения глин	P23
	Отложения песков	P24
	Отложения песков	P25
	Отложения супесей	P26
	Отложения известняков	P27
	Отложения мергелей	P28
	Отложения покровных лессовидных суглинков	P29
Аномалии гравитационного поля	Отрицательных значений (–20...–10)	P30
	Отрицательных значений(–10–0)	P31
	Положительных значений (0–20)	P32
	Положительных значений (20–40)	P33
	Положительных значений (40–60)	P34
	Положительных значений (60–80)	P35

Определяли показатель сложности геологического строения (ПСГС) и критерия Де-Джеффри Вигнала для всех 384 листов по формуле:

$$ПСГС_i = \sum P_i.$$

Преимуществом способа Де-Джеффри Вигнала является возможность оценки информативности свойств при наличии любых объектов, в то время, как для других методов необходимо наличие и безрудных эталонных участков. При этом учитываются не только относительные распространенности отдельных свойств, но и их различные сочетания. В качестве примера авторы методики использовали его для оценки 179 признаков 58 медно-молибденовых месторождений Кордильер. Г. С. Поротов предложил модифицировать формулу информационного веса k -го признака для учета числа признаков и числа объектов [7–11]. Для построения карты перспективности, используя метод Де-Джеффри Вигнала, выполнили ряд операций:

1. Рассчитали информативность I_k отдельных признаков по формуле:

$$I_k = \frac{1}{N} \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{j=1}^M n_{kj}^2}, \quad (1)$$

где N – число объектов;

M – число признаков;

n_{kj} – частота совместного появления k -го и j -го признаков, определяемая через исходную таблицу 1 по формуле:

$$n_{kj} = \sum_{i=1}^M P_{ik} P_{ij}, \quad (2)$$

где P_{ik} и P_{ij} – значения (0 или 1) k -го и j -го свойств для i -го объекта.

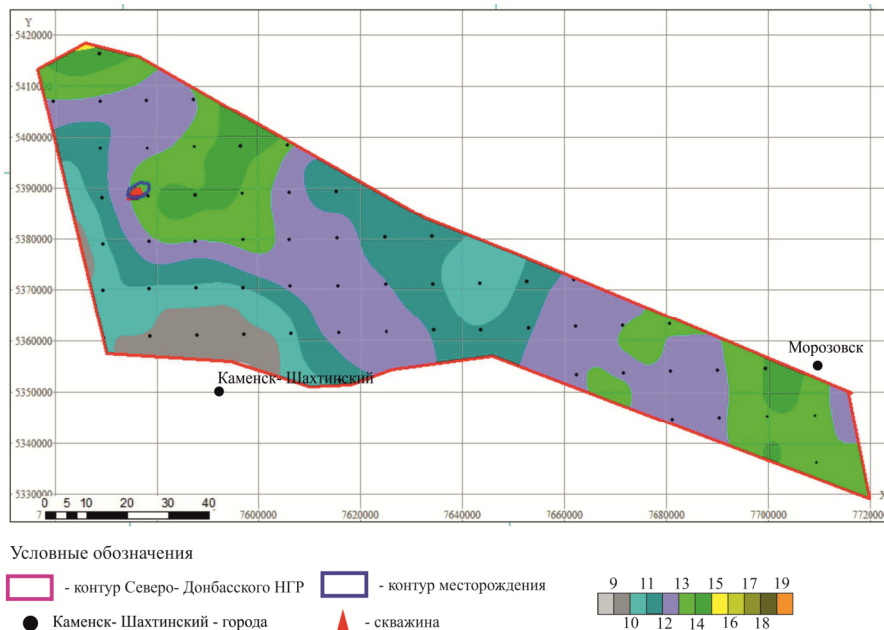


Рис. 2. Схема распределения величины показателя сложности геологического строения

2. Построили убывающий ряд информативности признаков, изображая его таблично (табл. 1) и графически (рис. 3).

3. Определили индексы относительной перспективности J_i для 64 элементарных ячеек Госгеолкарты-200 как суммы информативности, проявленных в его пределах признаков:

$$J_i = \sum_{k=1}^M P_{ik} I_k, \quad (3)$$

где I_k – информационный вес k -го признака;
 P_{ik} – значение k -го признака для i -го объекта.

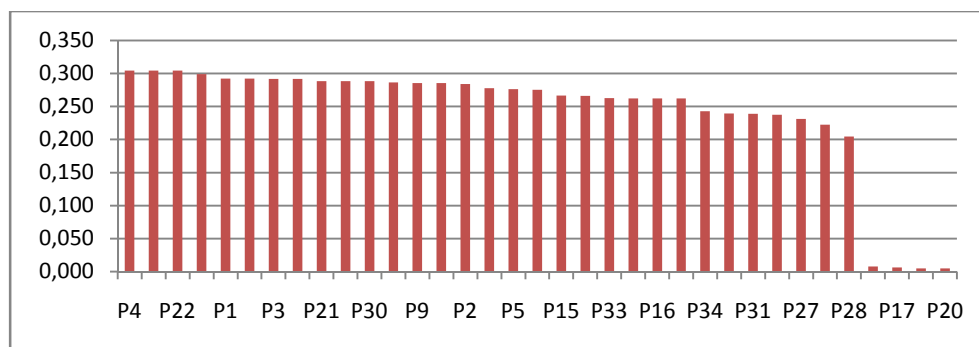


Рис. 3. График информативности признаков, расположенных в убывающем порядке

Таблица 2

Информативность признаков

№	Расшифровка	Информативность
1	2	3
P4	Неогеновая система (Верхний Плиоцен)	0,304
P12	Речные отложения	0,304
P22	Отложения суглинков	0,304
P8	Воронежская антеклиза	0,299
P1	Четвертичная система (Современный)	0,292
P6	Неогеновая система (Верхний Миоцен)	0,292
P3	Четвертичная система (Нижний)	0,292
P7	Неогеновая система (Верхний Миоцен)	0,292
P21	Иоловые отложения	0,288
P24	Отложения песков	0,288
P30	Отрицательных значений(-2...-10)	0,288
P11	Морские отложения и континентальные отложения	0,286
P9	Тектонические нарушения	0,285
P13	Эолово-делювиальные отложения	0,285
P2	Четвертичная система (Верхний)	0,284
P10	Морские отложения	0,278
P5	Неогеновая система (Надпонтическая свита)	0,276

1	2	3
P35	Положительных значений (60–80)	0,275
P15	Приуроченные к небольшому поднятию	0,267
P32	Положительных значений (0–20)	0,266
P33	Положительных значений (20–40)	0,263
P14	Делювиальные отложения	0,262
P16	Равнины	0,262
P23	Отложения глин	0,262
P34	Положительных значений (40–60)	0,243
P25	Отложения песков	0,239
P31	Отрицательных значений (–10...0)	0,239
P26	Отложения супесей	0,238
P27	Отложения известняков	0,231
P29	Отложения покровных лессовидных суглинков	0,222
P28	Отложения мергелей	0,204
P18	Северский Донец	0,008
P17	Россошь	0,006
P19	Быстрая	0,005
P20	Лихая	0,005

Наиболее высокой информативностью обладают стратиграфический, литологический и геоморфологический признаки (табл. 2) P4, P12, P22 – наличие в каждой из 384 ячеек (информативность 0,304). Далее информативность признаков равномерно убывает до признака P23 – отложения глин, информативность которого равняется 0,262. После происходит резкий спад информативности на 0,02 на признаке P25 – наличие в каждой из ячеек отложения песков с информативностью 0,243 (рис. 3). Далее информативность постепенно снижается. Резкое снижение наблюдается после признака P28.

На схеме распределения величины показателя сложности геологического строения отмечено, что наиболее перспективные участки находятся в западной части района в пределах листов М-37-XXIX и М-37-XXXV. Это обусловлено более сложным геологическим строением этих листов относительно других, что подтверждается наличием большего количества стратиграфических подразделений, выходящих на дневную поверхность, наиболее сильным разбросом значений аномалий силы тяжести, более расчлененным рельефом [5–11].

Критерий Де-Джеффри Вигнала, в отличие от простого показателя сложности геологического строения, учитывает взаимосвязь одного признака с другим. Поэтому данный метод может считаться более представительным, так как уменьшает степень влияния возможных ошибок на результат.

Результаты проведенных исследований. На схеме относительно перспективности по критерию Де-Джеффри Вигнала наиболее высокие средние значения присутствуют на каждом геологическом листе (рис. 4). Однако зон с максимальными значениями, так же как и на предыдущей схеме, больше в западной части. Данные зоны практически повторяют зоны, описанные ранее по схеме показателя сложности геологического строения. На обеих схемах юго-восточная часть района предстает наименее перспективной. Это

можно объяснить слабо расчлененным рельефом, практически не имеющим перепадов между самой высокой и низкой отметками.

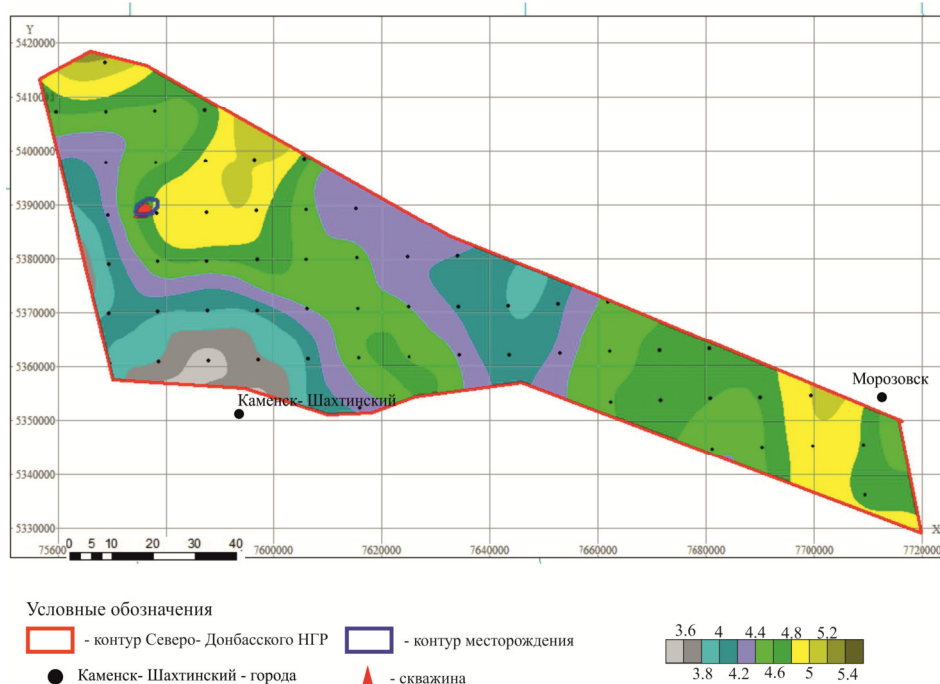


Рис. 4. Схема относительной перспективности по критерию Де-Джеффри Вигнала

В геологическом строении участка подавляющую часть занимают отложения четвертичной системы и лишь в северной части появляются отложения других стратиграфических комплексов. Что касается аномалий силы тяжести, то никаких резких изменений не наблюдается, а наоборот происходит плавный переход между зонами со средними значениями. Расположение участков с максимальными значениями индексов относительной перспективности подобно распределению показателей сложности геологического строения. Это говорит об увеличении перспективности территории с увеличением показателя сложности геологического строения. Путем совмещения карт изолиний относительной перспективности, построенных по методу Де-Джеффри Вигнала, и карт перспективности по ПСГС мы можем сделать вывод о их некоторой идентичности, что доказывает достаточно большую достоверность обоих методов прогноза месторождений полезных ископаемых и возможность их использования в практике поисковых работ [1–5]. Однако данный вид методов носит косвенный характер и возможен для применения на ранней стадии поисково-оценочного этапа в комплексе с более достоверными геофизическими методами, главным образом сейсморазведкой.

Для оценки перспективных участков нефтегазоносности руководствовались данными основных палеотектонических показателей (скорость прогибания м/млн лет), схемой относительной перспективности ячеек по методу Де-Джеффри Вигнала, схемой ПСГС. При составлении карты прогноза также приняты во внимание данные о нефтегазоносности, установленные на относительно хорошо изученных эталонных участках и на менее изученных (расчетных).



- Условные обозначения
- контур Северо-Донбасского НГР
 - перспективные зоны
 - нефтегазовые месторождения
 - Каменск-Шахтинский - города

Рис. 5. Карта прогноза нефтегазоносности

Карта прогноза нефтегазоносности составлялась на специальной основе, созданной путем разгрузки геологической карты. На этой основе были отражены рельеф поверхности и прогнозные зоны (рис. 5).

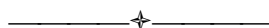
По критерию Де-Джеффри Вигнала было выделено 10 зон, значения индексов относительной перспективности элементарных ячеек Госгеолкарты-200 которых находятся в диапазоне 7,3–8, в то время как уже известное месторождение приходится на участок с диапазоном значений 4,2–4,9. Это дает возможность рассчитывать на то, что в данной зоне с большой вероятностью возможно обнаружение углеводородов. Такие же выводы можно сделать, глядя на значения ПСГС: 14 – в прогнозируемой зоне и 6 в изученных районах. В связи с чем по ПСГС было выделено 7 зон, имеющих данный диапазон значений [9–11].

В результате были получены 3 зоны прогнозируемых месторождений углеводородов. Наиболее перспективные зоны (первого порядка) были получены путем наложения зон возможных месторождений по палеотектоническим признакам, ПСГС и критерию Де-Джеффри Вигнала и выделения участка, в котором одновременно находятся три зоны с выбранными признаками. Эти районы выглядят более перспективными, т. к. в их пределах находятся максимальные значения ПСГС и индексов относительной перспективности элементарных ячеек Госгеолкарты-200.

Все вышеперечисленные перспективные участки могут являться промышленно значимыми и требуют постановки геологоразведочных работ, которые позволят оконтурить участок и установить наличие углеводородных толщ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бойко В. С.* Разработка и эксплуатация нефтяных месторождений: Учебник для вузов. М.: Недра, 1990. 427 с.
2. *Быстрицкий Г. Ф.* Общая энергетика: Учебное пособие. 2-е изд., испр. и доп. М.: КНОРУС, 2010. 293 с.
3. Влияние энергетического фактора на экономическую безопасность регионов Российской Федерации / Отв. ред. А. И. Татаркин. Екатеринбург: Изд-во Уральского ун-та, 1998. 196 с.
4. *Гиматудинов Ш. К., Дунюшкин И. И., Зайцев В. М., Кортаев Ю. П., Левыкин Е. В., Сахаров В. А.* Разработка и эксплуатация нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений. М.: Недра, 1988. 302 с.
5. *Козий Н. М., Тинакин О. В.* Особенности промыслово-геофизических исследований сверхглубоких скважин на каменноугольно-девонский комплекс отложений Астраханского региона // Разведка и освоение нефтяных и газоконденсатных месторождений. Астрахань. НИПИгаз, 2001. С. 27–29.
6. *Шмелев П. С., Городецкий В. Е., Маркина М. П.* Исследование и разработка эффективной технологии освоения продуктивных объектов, содержащих агрессивные компоненты. Совершенствование технологии строительства глубоких разведочных скважин в аномальных условиях Прикаспийской впадины. Саратов, 1989. С. 96–110.
7. *Босиков И. И., Клюев Р. В.* Методы системного анализа природно-промышленной системы горно-металлургического комплекса: Монография. Владикавказ, 2015. 127 с.
8. *Кожиев Х. Х., Босиков И. И.* Комплексный показатель перспективности разработки участков месторождений полезных ископаемых // Горный журнал. 2017. № 2. С. 30–32.
9. *Moiseev N. N.* Mathematical problems of system analysis. Moscow: Nauka, 1981. 488 p.
10. *Rykov A. S.* Models and methods of system analysis: decision making and optimization. M.: MISIS, 2005. 352 p.
11. *Kremer N. Sh.* Probability theory and mathematical statistics. M.: UNITEDONE, 2004. 57 p.



УДК 621.311

*Д-р техн. наук, профессор КЛЮЕВ Р. В.,
канд. техн. наук, доцент БОСИКОВ И. И.,
канд. техн. наук, доцент ГАВРИНА О. А.,
студент ЛЫСОКОНЬ Э. С.*

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ГОРНО-ДОБЫВАЮЩЕМ ПРЕДПРИЯТИИ

В статье приведены сведения о горно-добывающем предприятии – руднике «Таймырский». Показана технологическая схема добычи рудной массы и структурная схема электроснабжения рудника первой ступени распределения. Приведены результаты энергетического обследования системы электроснабжения и электропотребляющего оборудования. По результатам проведенных измерений рекомендуется рассмотреть возможность отключения (перевода в холодный резерв) одного из трансформаторов для повышения эффективности использования трансформаторных мощностей и снижения уровня потерь холостого хода. Даны рекомендации по повышению уровня компенсации реактивной мощности на ТП и установлено, что необходимо более подробное обследование с проведением суточных замеров параметров электрической нагрузки.

***Ключевые слова:** руда, мощность, трансформатор, электроприемник, вентилятор.*

R. V. Klyuev, I. I. Bosikov, O. A. Gavrina, E. S. Lysokon

IMPROVING ENERGY EFFICIENCY AT A MINING ENTERPRISE

The article contains information about the mining enterprise «Taimyrsky». The technological scheme of ore mass extraction and the structural scheme of electric power supply of the mine of the first stage of distribution are shown. The results of the energy survey of the power supply system and power consuming equipment are presented. Based on the results of the measurements made, it is recommended to consider the possibility of switching off (transferring to a cold reserve) one of the transformers to increase the efficiency of transformer capacity utilization and to reduce the level of idling losses. Recommendations are given to increase the level of reactive power compensation for TP needed a more detailed survey with the daily measurements of electrical load parameters.

***Keywords:** ore, power, transformer, electric, fan.*

Рудник «Таймырский» является структурным подразделением Заполярного филиала ОАО «Горно-металлургическая компания "Норильский никель"».

В 1974 году началась работа рудника «Таймырский». Рудник добывает и отгружает потребителю товарную богатую руду.

Товарная руда состоит из промышленных типов балансовых медно-никелевых руд (богатая, медистая с вкраплениями балансовых руд) и разубоживающей массы (порода и закладочный бетон).

Товарная руда транспортерами поступает на Талнахскую обогатительную фабрику. В структуру рудника входит 3 промплощадки.

Технологическая схема добычи рудной массы представлена на рисунке 1.

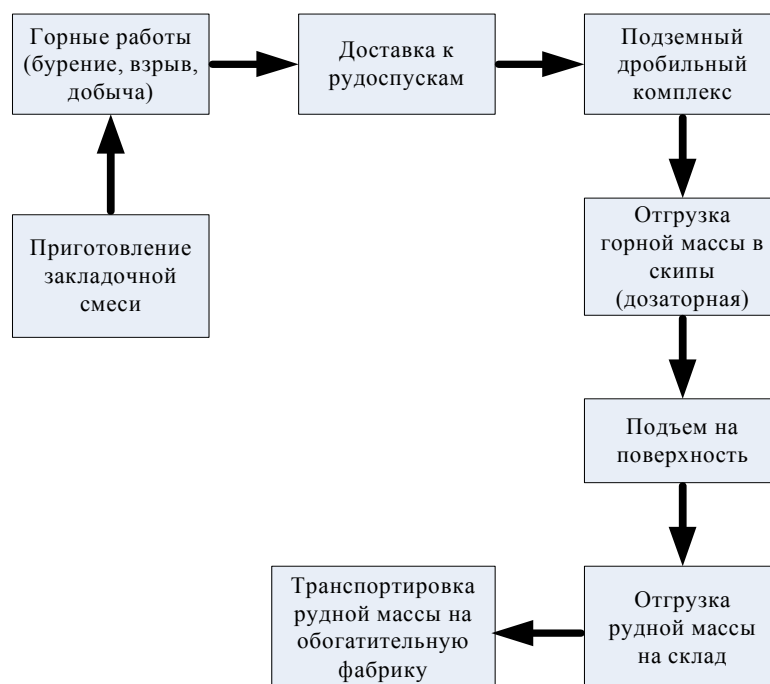


Рис 1. Технологическая схема добычи руды

Электроснабжение Рудника «Таймырский» (РТ) осуществляется по уровню напряжения 6 кВ. Основным поставщиком электрической энергии, на основании договора №192-2561 от 25.10.2005 г., является ОАО «Норильско-Таймырская энергетическая компания» (НТЭК). Оплата поставленной электроэнергии осуществляется по одноставочному тарифу. Основными центрами питания для РТ являются три ГПП-110 кВ (ГПП-32, ГПП-33, ГПП-35), находящиеся на балансе ОАО «НТЭК». Кроме того, часть объектов РТ получают питание с подстанций, находящихся на балансе рудника «Октябрьский», и подстанции «Лесная». Границы балансовой принадлежности между РТ и ОАО «НТЭК» проходят на контактах подключения кабелей (ВЛ) к оборудованию ГПП-110 кВ.

Распределение электроэнергии по территории предприятия осуществляется кабельными линиями 6 кВ. Все поверхностные подстанции и распределительные устройства 6 кВ имеют по два независимых ввода электроснабжения с АВР между секциями шин. Структурная схема электроснабжения РТ первой ступени распределения приведена на рисунке 2.

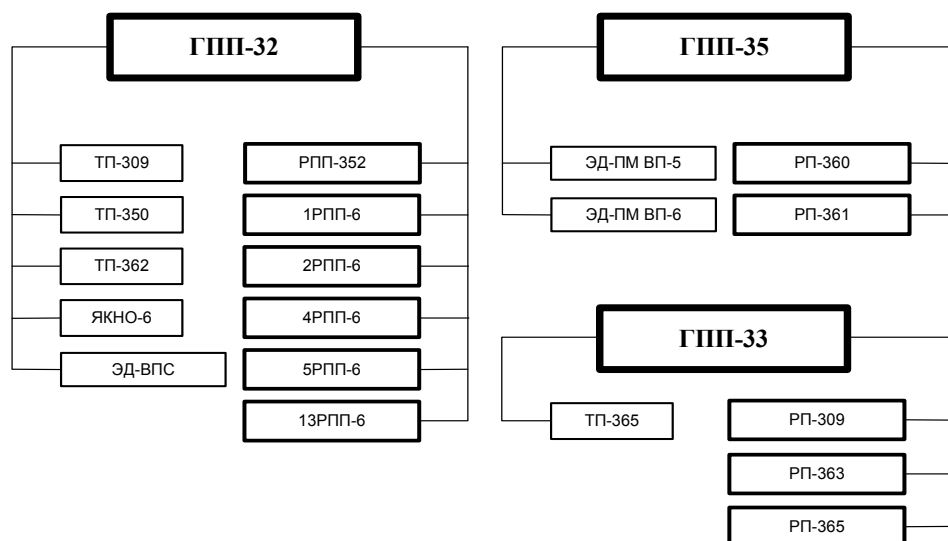


Рис. 2. Структурная схема электроснабжения РТ первой ступени распределения

Поступающая электроэнергия на руднике расходуется на:

- питание водоотливных, вентиляционных установок;
- обеспечение технологических процессов в карьерах, руднике и дробильно-сортировочном комплексе;
- функционирование вспомогательного оборудования;
- освещение и вентиляцию производственных помещений.

Учет потребленной электроэнергии осуществляется в местах установки приборов коммерческого учета.

В ходе проведения первого этапа энергетического обследования РТ были собраны исходные данные по составу электрооборудования и распределительных сетей электроснабжения предприятия, а также данные по потреблению электроэнергии предприятием в период 2006–2008 годы.

Для обеспечения работы технологического и вспомогательного электрооборудования напряжением 0,4 кВ используются 18 шт. трансформаторных подстанций, на которых установлено 29 шт. трансформаторов 6/0,4 кВ.

На рисунке 3 представлено распределение трансформаторов 6/0,4 кВ, установленных на предприятии по установленной мощности.

Из рисунка видно, что на предприятии преобладают трансформаторы мощностью 1000 кВА, суммарная доля которых составляет 39 %.

Для передачи электроэнергии от источника к потребителю на предприятии используются кабельные линии электропередачи. На предприятии преобладают кабельные линии 0,4 кВ.

Компенсация реактивной мощности осуществляется синхронными электродвигателями 6 кВ, работающими в режиме перевозбуждения. Устройств статической компенсации реактивной мощности на предприятии нет.

Электрическая энергия, поступающая на предприятие, используется для питания электроприемников, обеспечивающих работу основного технологического оборудования и вспомогательных производств.

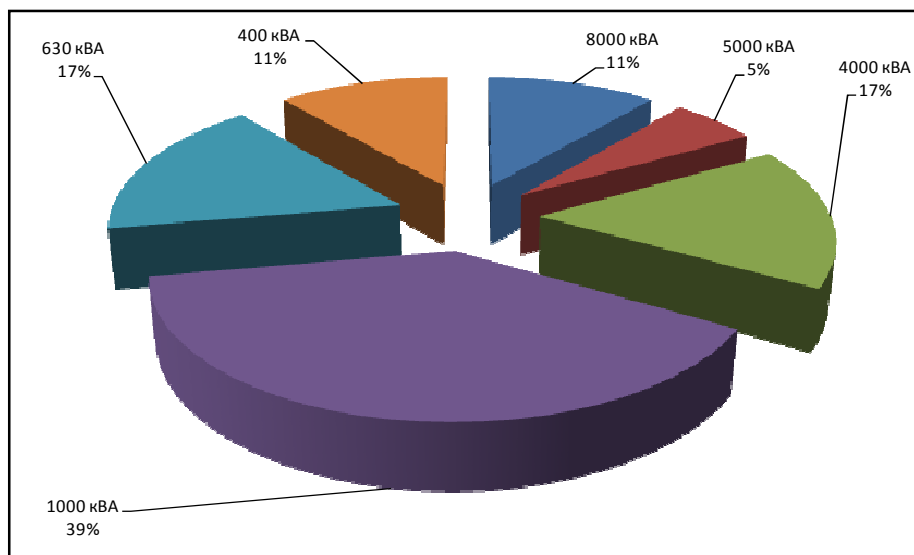


Рис. 3. Распределение трансформаторов 6 кВ по установленной мощности, %

Наиболее энергоемким потребителем является технологическое оборудование, на долю которого приходится более 60 % от установленной мощности электроприемников.

На рисунке 4 представлено распределение мощности электроприемников по участкам рудника.

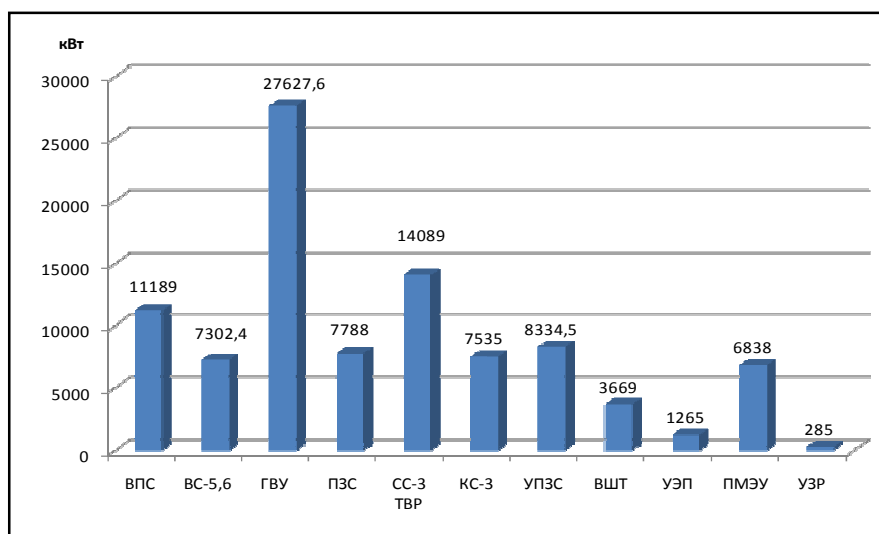


Рис. 4. Распределение мощности электроприемников по участкам рудника, кВт

Рисунок показывает, что наиболее энергонасыщенным участком является участок ГБУ.

Электроэнергия на предприятие поступает на двух уровнях напряжения 6 и 35 кВ.

Из рисунка видно, что основное потребление электроэнергии рудником происходит по уровню напряжения 6 кВ.

Вся электроэнергия, поступившая в сети рудника идет на собственное потребление и на передачу сторонним потребителям.

Результаты и анализ проведения инструментального обследования

В рамках инструментального обследования системы электроснабжения и электропотребляющего оборудования (согласно регламенту), были выполнены следующие работы:

- измерения параметров нагрузки сетей 6 (10) кВ;
- выборочные замеры параметров нагрузки электропривода 6 кВ.

Измерения параметров нагрузки электропривода 0,4 кВ не проводились в связи с отсутствием возможности произвести измерения по 0,4 кВ на поверхности.

Целью измерений было определение уровня компенсации реактивной мощности в сетях предприятия и степени загрузки понижающих трансформаторов напряжением 6 кВ.

Анализ полученных результатов показывает, что:

- уровень загрузки по измеренным трансформаторам 6 кВ составил от 5 до 27 %, это говорит о низкой эффективности использования трансформаторных мощностей на предприятии, и влечет за собой рост доли потерь холостого хода в общем балансе потерь электроэнергии;

- средний коэффициент мощности по трансформаторам 6 кВ составил 0,75 о.е., при этом только три трансформатора работали с $\cos \varphi$ более 0,9 о.е., у остальных он варьировался от 0,89 до 0,05 о.е., что также свидетельствует о низком уровне компенсации реактивной мощности и создает предпосылки для увеличения доли нагрузочных потерь и снижения пропускной способности распределительных сетей.

По результатам проведенных измерений рекомендуется:

- для повышения эффективности использования трансформаторных мощностей и снижения уровня потерь холостого хода рассмотреть возможность отключения (перевода в холодный резерв) одного из трансформаторов ТП 352, ТП 357, ТП 359, ТП 350, ТП 362, ТП 309Т, ТП 363, ТП 360, ТП 361;

- для рекомендаций по повышению уровня компенсации реактивной мощности на ТП необходимо более подробное обследование с проведением суточных замеров параметров электрической нагрузки.

Для анализа работы высоковольтного электропривода были проведены замеры параметров потребления электроэнергии работающих высоковольтных двигателей. Протоколы замеров переданы на предприятие. Сводные результаты замеров представлены в таблице.

Результаты измерений показывают, что уровень загрузки измеренных электроприводов 6 кВ, кроме Агрегата № 1, ниже рекомендованного значения 70–80 %.

Коэффициент загрузки трансформаторов тиристорных преобразователей машин постоянного тока ПМ "ЮГ", ПМ "Север", ПМ №1 СС-3 и ПМ КС-3 соответствует режиму холостого хода: то есть когда подъемные машины стояли, электроприводы ленточных конвейеров СС-2, СС-3 работали практи-

чески на холостом ходу, а сырьевые мельницы № 2, № 3 были не полностью загруженными.

Сводные результаты замеров параметров электрической нагрузки электропривода 6 кВ

Объект измерения	P_n	КПД	$\cos f$	S_{sum}	P_{sum}	Q_{sum}	$K_{загр}$
	кВт	%	о.е.	кВА	кВт	кВар	о.е
РП 352							
Тр-р к ПМ Юг	4000	-	0,23С	1210,435	278,400	1177,984	0,07
Сырьевая мельница № 3 УПЗС	2500	95,1	0,97С	969,897	940,800	235,787	0,36
Сырьевая мельница № 2 УПЗС	2500	95,1	0,81С	1422,222	1152,000	834,034	0,44
Тр-р к ПМ Север	4000	-	0,21С	594,286	124,800	581,034	0,03
РП 365							
Тр-р к ПМ №1 СС-3	5000	-	0,02	600,000	12,000	599,880	0,00
РП 309							
Конвейер СС-3	500	94,4	0,20	210,000	42,000	205,757	0,08
Конвейер СС-2	500	94,4	0,21	228,571	48,000	223,475	0,09
РП 363							
Вентилятор ВОД 40	1600	94,9	0,56С	1302,857	729,600	1079,408	0,43
Тр-р к ПМ КС-3	5000	-	0,22	1178,182	259,200	1149,316	0,05
РП 360							
Вентилятор Д-II-M4	2500	96,0	0,58	115,862	67,200	94,383	0,03
Вентилятор Д-II-M1	3200	95,5	0,57	2635,789	1502,400	2165,682	0,45
РП 361							
Агрегат № 1 Вентилятор ВЦД-47	3150	95,5	0,70	3888,000	2721,600	2776,587	0,83

Синхронный двигатель Д-II-M4 с уровнем загрузки 3 % работает в режиме холостого хода на одном валу с генератором, который через инвертор фазного ротора изменяет частоту вращения асинхронного двигателя Д-II-M1 вентилятора. Производительность вентилятора, а вместе с ним и нагрузка электропривода Д-II-M1 меняется автоматически, в зависимости от заданной потребности воздуха.

На вентиляторе ВОД 40 опытным путем был выставлен неменяющийся максимально возможный угол атаки лопостей вентилятора в 45 градусов, максимальный по производительности вентилятора. В связи с этим для повышения уровня загрузки электродвигателя рекомендуется рассмотреть мероприятия по повышению эффективности работы электропривода, таких как замена на меньшую мощность, подбор исполнительных агрегатов, удовлетворяющих существующим нагрузкам и использование энергосберегающего оборудования. Все эти вопросы будут рассмотрены на этапе разработки программы энергосбережения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Олейников В. К. Анализ и планирование электропотребления на горных предприятиях. М.: Недра, 1983. 192 с.

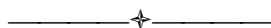
2. Варнавский Б. П., Колесников А. И. Энергоаудит промышленных и коммунальных предприятий. М.: АСЭМ, 1999. 214 с.

3. Клюев Р. В., Босиков И. И., Мадаева М. З. Построение единой промышленно-энергетической системы для энергообеспечения нефтеперерабатывающего комплекса // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Достижения, проблемы и перспективы развития нефтегазовой отрасли». Т. III. Альметьевск, 25–28 октября 2017 г. Альметьевск: Альметьевский гос. нефтяной инст. 2017. С. 128–133.

4. Клюев Р. В., Котова О. А., Гаврина О. А. Результаты эффективного управления единой промышленно-энергетической системой в горных территориях // Сборник материалов XXXVII-й сессии семинара «Кибернетика энергетических систем» по тематике «Электроснабжение» 13–16 октября 2015 г., Новочеркасск. 2016. С. 9–12.

5. Клюев Р. В., Босиков И. И. Методы системного анализа природно-промышленной системы горно-металлургического комплекса: Монография: / Северо-Осетинский государственный университет им. К. Л. Хетагурова; Северо-Кавказский горно-металлургический институт (ГТУ). Владикавказ: ИП Цопанова А. Ю., 2015. 124 с.: 41 ил.

6. Клюев Р. В., Гаврина О. А. Задачи построения единой промышленно-энергетической системы // Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции. «Наука, образование, общество: актуальные вопросы и перспективы развития». Ч. I. М.: АР-Консалт, 2015. С. 68–69.



УДК 621.311

*Д-р техн. наук, профессор КЛЮЕВ Р. В.,
канд. техн. наук, доцент ГАВРИНА О. А.,
студент ЛЫСОКОНЬ Э. С.,
студент ГАВРИНА Ю. В.,
студент КАДЖАЕВ О. В.*

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ ЦВЕТНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ НА НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

В статье приведены результаты исследований качества электроэнергии по высшим гармоническим составляющим тока и напряжения 6- и 12-фазных вентильных преобразователей, индукционных и дуговых шликерных печей, проведенных на предприятии цветной металлургии по производству свинца и цинка. На основании технико-экономического анализа электрооборудования в системе электроснабжения предприятия установлено, что ожидаемый экономический эффект от снижения уровня высших гармонических составляющих напряжений составляет 8,5 млн рублей.

Ключевые слова: качество электроэнергии, гармоники, трансформатор, подстанция, коэффициент мощности.

EVALUATION OF THE QUALITY OF ELECTRICITY IN THE NON-FERROUS METALLURGY ENTERPRISE FOR THE RELIABILITY OF ELECTRICAL EQUIPMENT

R. V. Klyuev, O. A. Gavrina, E. S. Lysokon, Yu. V. Gavrina, O. V. Kadzhaev

The paper presents the results of studies of the quality of electric power in terms of the higher harmonic components of the current and voltage of 6- and 12-phase valve converters, induction and arc slip furnaces conducted at the enterprise of non-ferrous metallurgy for the production of lead and zinc. Based on the technical and economic analysis of electrical equipment in the power supply system of the enterprise, it is established that the expected economic effect of reducing the level of higher harmonic stresses is 8.5 million rubles.

Keywords: quality of electricity, harmonics, transformer, substation, power factor.

Требования к качеству электроэнергии (КЭ) регламентированы ГОСТ 32144-2013. В процессе преобразования, распределения и потребления электроэнергии имеют место искажения формы синусоидальных токов и напряжений. Главной причиной искажений на ОАО «Электроцинк» являются вентильные преобразователи, электродуговые и индукционные печи, генерирующие в СЭС высшие гармоники токов и напряжений [1, 3].

ВГ вызывают дополнительные потери активной мощности во всех элементах СЭС, ускоренное старение изоляции электродвигателей, трансформаторов, кабелей, ухудшается коэффициент мощности, нарушается работа устройств автоматики, компьютерной техники, счетчиков электроэнергии.

Из-за ускоренного старения изоляции за короткий срок выходят из строя конденсаторные батареи.

Для ОАО «Электроцинк» с большим удельным весом нелинейных нагрузок (около 70 %) исследование КЭ и влияния ВГ на надежность работы электрооборудования является важной и актуальной проблемой.

Источником электроснабжения завода является подстанция «В-1». От этой подстанции на территорию завода идут четыре линии электропередачи напряжением 110 кВ и два фидера 6 кВ.

На заводе имеются две понизительные подстанции 110/6 кВ: «Электроцинк-1» («Э-1»), на которой установлено 2 трансформатора по 31,5 МВА и «Электроцинк-2» («Э-2»), на которой установлен один трансформатор 32 МВА и один 40 МВА. Все подстанции завода со стороны 6 кВ имеют радиально-кольцевую схему питания, выполненную кабельными фидерами. Между подстанциями «Э-1» и «Э-2» имеется три фидера связи 6 кВ по 100 А. Один такой же фидер связывает подстанции «Э-1» и «Э-2» с преобразовательной подстанцией № 18.

Подстанция № 13 питается от ГПП «Э-2» от трансформатора мощностью 32 МВА по двум кабельным линиям Э207 и Э212, протяженностью 500 м. Однолинейная схема электроснабжения подстанции № 13 приведена на рис. 1.

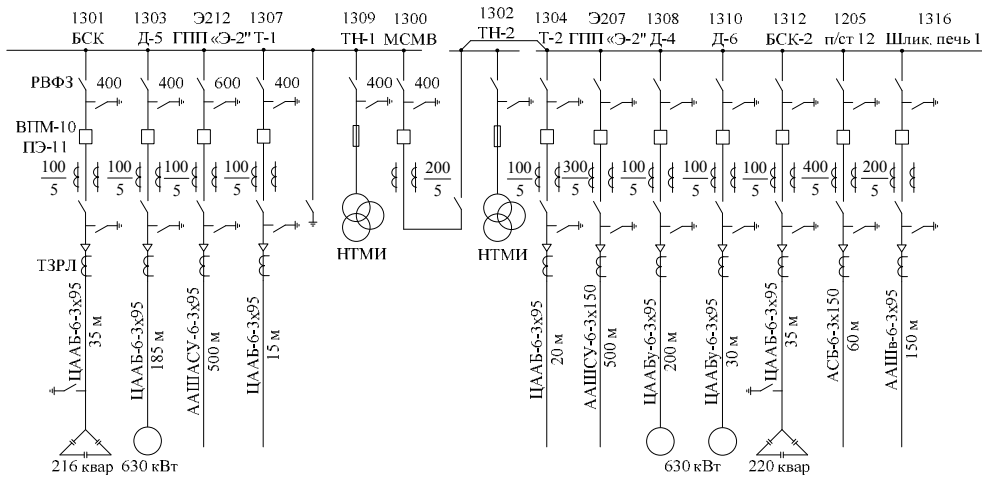


Рис. 1. Однолинейная схема электроснабжения подстанции № 13

Из рис. 1 видно, что от подстанции питаются 3 дымососа, каждый мощностью 630 кВт и шликерная печь № 1. На подстанции установлены 2 батареи статических конденсаторов (БСК) мощностью 216 кВар (фидер 1301) и 220 кВар (фидер 1312). Экспериментальные исследования проводились по методике, приведенной ниже.

Кафедрой ЭПП СКГМИ (ГТУ) частично выполнены исследования КЭ и ВГ по 6- и 12-фазным вентильным преобразователям, индукционным и дуговым шликерным печам.

Измерения показателей КЭ проводились с помощью прибора ПКК-57 на ГПП «Э-1», «Э-2» и на цеховых подстанциях завода. Получены значения тока, напряжения, мощности, расхода активной и реактивной энергии, коэффициентов мощности индуктивной и емкостной нагрузки, значения коэффициентов несинусоидальности и спектральный состав по напряжению и току по 11- и регулируемым 6- и 12-фазным вентильным преобразователям, 5-и индукционным и 2-м дуговым печам.

Исследование КЭ проводилось с использованием прибора комплексного контроля ПКК-57 (сертификат № 29750-05 от 31.08.2005 г.). Измерения на предприятии проводились в трехфазной трехпроводной системе [4].

В энергосистемах с изолированной нейтралью силового трансформатора значения фазового напряжения не определяются. В рассматриваемом случае определяются только межфазные напряжения (U_{12} , U_{23}), значения токов в фазах (i) (I_i) и суммарное значение мощностей [6]. При этом одна из этих трех фаз (например, фаза 2) берется в качестве опорной (базовой) для сравнения. Суммарные значения активной, реактивной и полной мощности выражаются как сумма (индицируемых на дисплее) значений, измеренных двумя приборами: соответственно ваттметрами, ВАрметрами, ВАметрами:

$$P = W_{1-2} + W_{3-2}; Q = VAR_{1-2} + VAR_{3-2};$$

$$S = \sqrt{(W_{1-2} + W_{3-2})^2 + (VAR_{1-2} + VAR_{3-2})^2}.$$

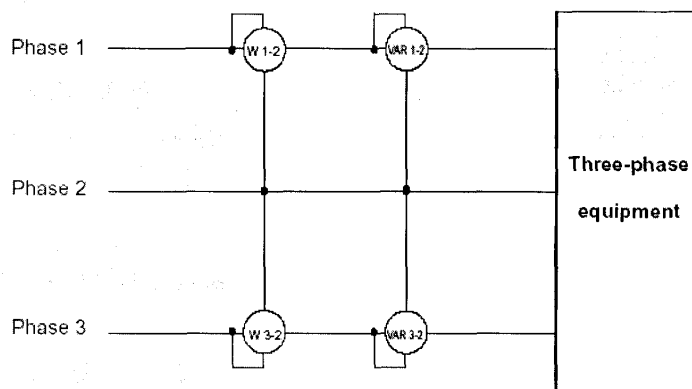


Рис. 2. Принцип подключения прибора к системе без использования нейтрального проводника

Схема подключения прибора в трехфазной трехпроводной системе приведена на рис. 3.

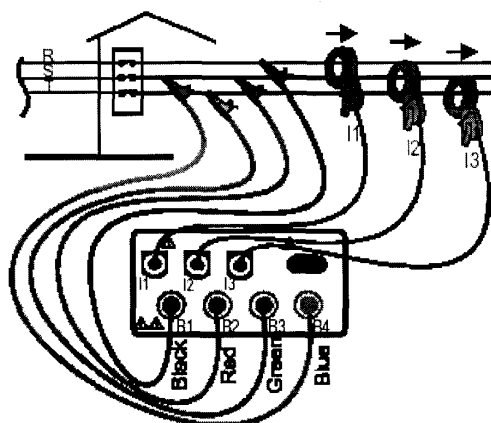


Рис. 3. Схема подключения ППК-57 в трехфазной трехпроводной системе

В качестве примера по выпрямительному агрегату ВК-11 спектральный состав по току и напряжению по всем фазам представлен в таблице.

Номер гармоники, n	Спектральный состав				
	по току, $(\frac{I_n}{I_1}, \%)$			по напряжению, $(\frac{U_n}{U_1}, \%)$	
	Фаза А	Фаза В	Фаза С	U_{12}	U_{23}
1	100	100	100	100	100
3	-	-	-	-	-
5	24,88	24,44	25,86	1,09	1,02
7	-	-	-	1,22	1,1
9	-	-	-	-	-
11	-	-	-	1,8	1,73
13	-	-	-	1,86	1,85

Из таблицы видно, что в выпрямительном агрегате появляются высшие гармоники по току (3-я), по напряжению (5, 7, 11, 13).

По индукционным печам электролитного цеха измерения проведены при включенных и отключенных батареях статических конденсаторов (БСК). Результаты по индукционной печи № 1 приведены на рис. 4, 5.

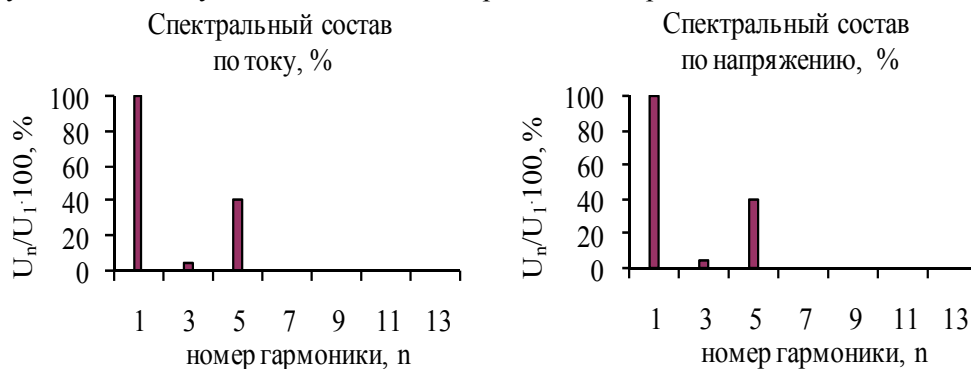


Рис. 4. Спектры токов и напряжений при включенных БСК



Рис. 5. Спектр напряжений при отключенных БСК

Из рис. 4, 5 видно, что при выключении БСК на индукционных печах возникают помимо 3-й и 5-й гармоник по напряжению – 7, 11, 13, 17, 19 гармоники, процентное содержание которых составляет от 0,6 до 2,55 %. При включенных БСК процентное содержание 3-й гармоники – 4,78, 5-й – 40,22 % [5].

Проведены измерения по шликерным печам свинцового отделения. Так, по печи № 1 результаты представлены на рис. 6.

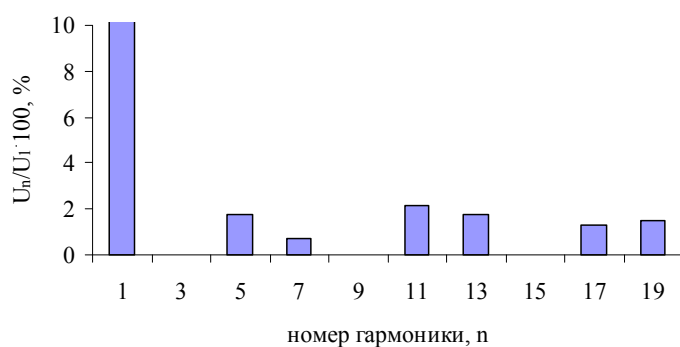


Рис. 6. Спектр напряжений шликерной печи

Для шликерных печей характерно влияние 5, 7, 11, 13, 17, 19 гармоник по напряжению; по току – высших гармоник не наблюдается.

Результаты предварительных исследований КЭ и ВГ позволяют сделать следующие выводы:

1. СЭС ОАО «Электроцинк» перегружена ВГ, уровень которых по отдельным источникам значительно превышает допустимые значения по ГОСТ 13109-97 (п. 5.4).

2. Наличие ВГ в СЭС существенно снижает надежность и срок работы электрооборудования. Так, снижение среднего времени наработки на отказ составляет: для силовых трансформаторов до 10–15 %, двигателей до 20 %, кабелей до 30–50 %, конденсаторных батарей до 100 %.

3. Снижение уровня ВГ в СЭС может быть обеспечено за счет оптимизации схемных решений СЭС и внедрения технических средств, в частности, узкополосных резонансных фильтров, фильтрокомпенсирующих (ФКУ) и фильтросимметрирующих (ФСУ) устройств.

4. На основании технико-экономического анализа электрооборудования в СЭС ОАО «Электроцинк» установлено, что ожидаемый экономический эффект от снижения уровня ВГ составляет 8,5 млн рублей.

5. Рекомендуется продолжить работу по теме исследования с последующей передачей результатов работы для внедрения в ОАО «Электроцинк».

ЛИТЕРАТУРА

1. *Жежеленко И. В.* Высшие гармоники в системах электроснабжения промпредприятий. М.: Энергоатомиздат, 1994.

2. *Карташев И. И., Тульский В. Н., Шамонов Р. Г., Шаров Ю. В., Воробьев А. Ю.* Управление качеством электроэнергии / Под ред. Ю. В. Шарова. М.: Изд. дом МЭИ, 2006. 320 с.

3. *Клюев Р. В.* Исследование высших гармоник токов и напряжений в системе электроснабжения газодувки // Труды 3-го Международного форума «Актуальные проблемы современной науки». Технические науки. Часть 18. Энергетика. Самара: Самарск. гос. техн. ун-т, 2007. С. 14–19.

4. *Клюев Р. В.* Качество электроэнергии полупроводниковых кремниевых преобразователей при производстве твердых сплавов // Збірник праць «Ефективність та якість електропостачання промислових підприємств»: VI Міжнародна науково-технічна конференція. Мариуполь: Изд-во ПДТУ, 2008. С. 119–122.

5. *Клюев Р. В.* Математическая модель расчета высших гармонических составляющих токов и напряжений при работе вентильных преобразователей // Энерго- и ресурсосбережение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Сборник материалов Всероссийской студенческой олимпиады, научно-практической конференции и выставки студентов, аспирантов и молодых ученых. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2007. С. 118–120.

6. *Клюев Р. В., Васильев Е. И., Чумбуридзе Д. С.* Исследование несинусоидальных режимов выпрямительных агрегатов электролизеров при производстве твердых сплавов // Энерго- и ресурсосбережение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Сборник материалов Всероссийской студенческой олимпиады, научно-практической конференции и выставки студентов, аспирантов и молодых ученых. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2005. С. 192–195.

*Д-р техн. наук, профессор ПЕТРОВ Ю. С.,
канд. техн. наук, доцент МАСКОВ С. П.,
студент ДИМИТРЕНКО М. А.*

ПРИМЕНЕНИЕ ОПЕРАТИВНОГО ТОКА ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРАБАТЫВАНИЯ ЭЛЕКТРОДЕТОНАТОРОВ

Описывается способ определения срабатывания электродетонаторов, основанный на изменении электрических параметров электровзрывных сетей в процессе инициирования. Аналитически и экспериментально получены зависимости входного сопротивления электровзрывной сети от частоты для различных состояний. По полученным характеристикам проанализирована возможность определения срабатывания ЭД на оперативном токе высокой частоты (испытания которого дали положительные результаты). Проведённые исследования позволяют сделать вывод о практической возможности создания индикатора отказов при электровзрывании на описанном принципе.

Ключевые слова: *взрывные работы, инициирование, срабатывание электродетонаторов, индикатор отказов, оперативный ток, высокая частота.*

Yu. S. Petrov, S. P. Maskov, M. A. Dimitrenko

OPERATIONAL USE OF A HIGH FREQUENCY CURRENT FOR DETERMINING ACTUATION ELECTRIC DETONATORS

The method for determining the operation of electric detonators, based on the change of electrical parameters of electric explosive networks in the initiation process, is described. Analytical and experimentally obtained dependence of the input impedance of the electric explosion-tion network with frequency for the different States. According to the obtained characteristics, the possibility of determining the operation of ED at an operating current of high frequency (the tests of which gave positive results) was analyzed. The conducted research allows to make a conclusion about the feasibility of indicator of failures at electrodetonation on the described principle.

Keywords: *blasting, initiation, operation of electric detonators, failure indicator, operating current, high frequency.*

Несмотря на постоянное повышение качества средств взрывания и увеличение надёжности электровзрывных работ, проблема предупреждения и индикации отказов не теряет своей актуальности и в настоящее время. Задаче определения срабатывания электродетонаторов (ЭД) посвящены многие исследования [1, 2]. Предложены различные методы индикации отказов. В частности, были предложены методы определения срабатывания ЭД и зарядов: по передаче детонационных волн в горном массиве или акустических в воздухе; по электромагнитным возмущениям, сопутствующим взрыву; с помощью различных агентов, вводимых в шпур и рассеиваемых при взрыве (радиоактив-

ных, ферромагнитных) и др. Однако ни один из предложенных способов не нашёл практического применения вследствие присущих им недостатков.

В СКГМИ (ГТУ) разработан метод определения срабатывания ЭД, основанный на изменении электрических параметров электровзрывной сети в процессе инициирования [3]. Можно выделить три основных периода (и соответствующие им состояния электровзрывной сети), следующие по времени друг за другом в период инициирования и производства взрыва:

1) исходное состояние электровзрывной сети, представленное эквивалентной схемой, рис. 1а;

2) период и состояние электровзрывной сети после подачи электрического импульса, но до инициирования ЭД. В этот период возможно одно из двух состояний: а) разрушены все мостики ЭД (1б) или б) разрушены не все мостики ЭД (1в);

3) состояние электровзрывной сети после взрывов зарядов ВВ, т. е. когда её основная часть – практически вся сеть до магистральных проводов – уничтожена взрывом (1г).

Как показывают исследования, срабатывание ЭД характеризуется разрушением его мостика накаливания. Следовательно, состояние 1а характеризуется отсутствием отказов, а в состоянии 1б – отказы есть. В состоянии 1а, вследствие разрушения мостиков накаливания, поперечные проводимости каждого звена становятся равными нулю. Эквивалентная схема для этого состояния приведена на рис. 1б. Если в процессе инициирования произошёл отказ одного или нескольких ЭД, то в эквивалентной схеме отказавшим ЭД будут соответствовать звенья, содержащие поперечные проводимости (рис. 1в).

Входное сопротивление в этом случае можно определить заменой различных участков электровзрывной сети эквивалентными (например, Т-образными схемами замещения) и методом преобразования. Из-за громоздкости полученные аналитические выражения для входного сопротивления цепи не приводятся.

После взрыва ЭД остаются только магистральные провода (рис. 1г). Входное сопротивление в этом случае равно:

$$\underline{Z}_{Bx} = \rho_1 c t h \gamma_1 l_1,$$

так как линия с распределёнными параметрами находится в режиме холостого хода.

На основании полученных зависимостей были проведены расчёты амплитудно-частотных характеристик электровзрывных сетей с различным количеством и типами соединения ЭД, которые позволили аналитически исследовать возможность определения отказов в электровзрывной сети по изменению её электрических параметров в процессе инициирования.

Для определения оптимальной частоты гармонического оперативного воздействия, то есть воздействия по отклику, по которому можно сделать вывод о наличии или отсутствии отказа, необходимо иметь частотные характеристики электровзрывных сетей, соответствующие различным её состояниям. Такие частотные характеристики были получены аналитически и экспериментальным путём.

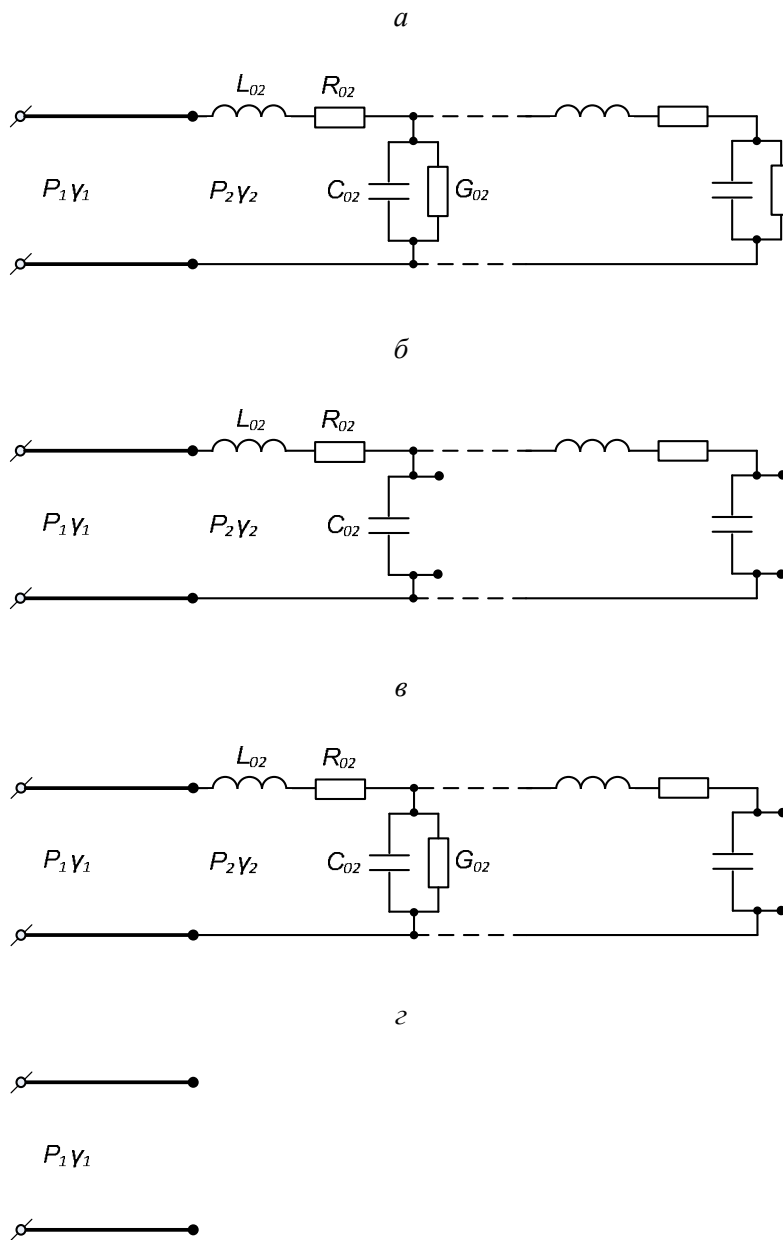


Рис. 1. Эквивалентные схемы замещения электровзрывной сети до инициирования (*a*) и в процессе инициирования (*б, в, г*)

На рис. 2 представлены амплитудно-частотные характеристики для различных состояний электровзрывной сети из 40 параллельно соединённых ЭД. Кривые рис. 2 относятся, соответственно, к состояниям:

- 1 – исходное (до инициирования);
- 2 – после инициирования, то есть отказ;
- 3 – после инициирования, нет отказа;
- 4 – после взрыва (остаётся одна магистраль).

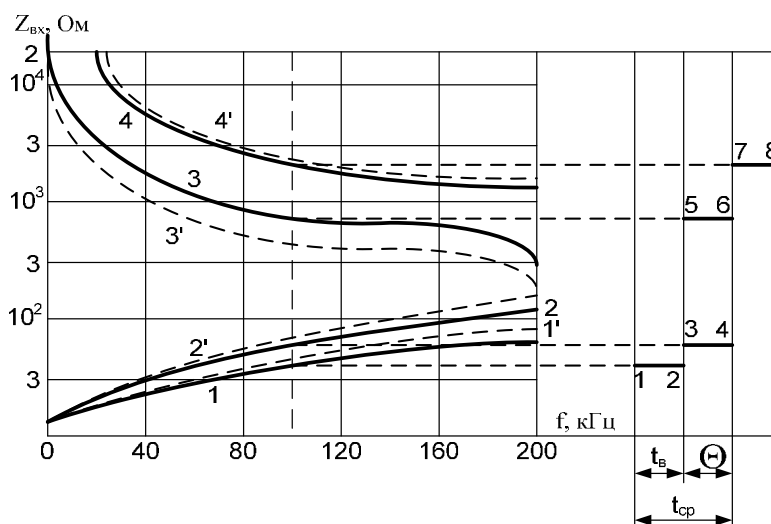


Рис. 2 Амплитудно-частотные характеристики электровзрывной сети из 40 параллельно соединённых ЭД, полученные экспериментальным (сплошные линии) и расчетным (пунктирные линии) путём для различных состояний сети

Пунктирные линии на рис. 2 построены по результатам расчётов, сплошные линии – по экспериментальным данным. Как видно из приведённых зависимостей, различие во входном сопротивлении электровзрывной сети для различных состояний весьма существенно. Например, для частоты 100 кГц величины входных сопротивлений, приведенные на рис. 2, построенные по расчётным характеристикам, отличаются друг от друга примерно на порядок. Различные уровни входного сопротивления 1–2, 3–4, 5–6, 7–8 относятся, соответственно, к моментам времени инициирования: $t_в$ – время воспламенения, \ominus – время передачи, $t_{ср}$ – время срабатывания ЭД. Последнее обстоятельство может быть использовано для определения срабатывания ЭД в сети.

При этом оперативное воздействие должно быть таким, чтобы была возможность чётко отличить друг от друга состояния, представленные эквивалентными схемами (рис. 1б и в), так как оба этих состояния отличаются от конечного (после взрыва), изображенного эквивалентной схемой (рис. 1з). Этому условию не удовлетворяет воздействие в виде постоянного измерительного тока, так как реакция цепей (установившаяся), изображённых на рис. 1а, 1в, на постоянный ток одинакова. Следовательно, для определения срабатывания ЭД к электровзрывной сети должно быть приложено возмущение, например, в виде ЭДС синусоидальной формы. Именно такое возмущение, как показали расчёты и эксперименты, результаты которых иллюстрируются, в частности, графиками (рис. 2), наиболее эффективно в отношении определения срабатывания ЭД.

Анализ полученных характеристик позволил определить границы частоты оперативного тока. Оптимальная частота будет такой, которая обеспечивает максимальную разницу в отклике цепей (рис. 1б, в, з). При этом необходимо учитывать также конструктивные особенности срабатывания генерато-

ров на ту или иную оперативную частоту. Предложенный метод определения срабатывания электродетонаторов [3] предусматривает одновременное воздействие на электровзрывную сеть двух источников энергии: источника взрывного тока (взрывным прибором какого-либо типа) и источника измерительного (оперативного) тока (высокочастотный генератор). Выделяя далее измерительный высокочастотный сигнал, можно по его величине судить об электрических параметрах конкретной сети в различные моменты инициирования и, сравнивая сигналы, относящиеся к различным периодам, определить, есть или нет отказ в сети (рис. 1б). В соответствии с этим, устройство для определения срабатывания ЭД содержит: генератор высокой частоты ГВЧ, разделительный фильтр, блок согласования и индикатор (рис. 3).

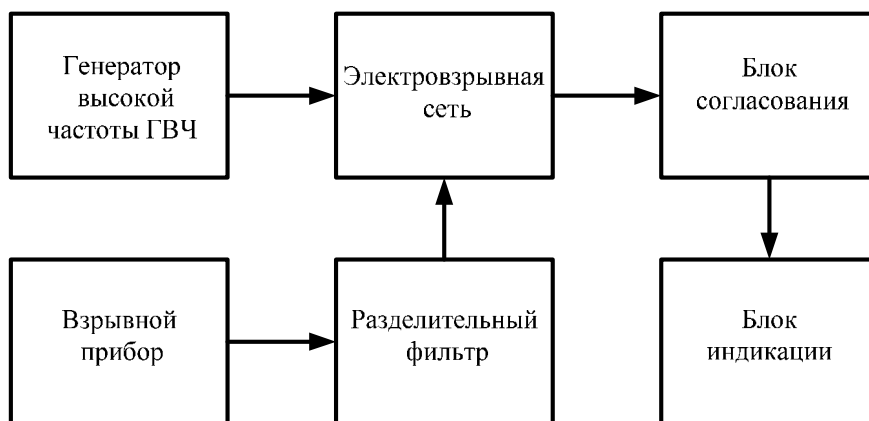


Рис. 3. Блочная схема устройства для определения срабатывания ЭД

Для того чтобы источник взрывного тока не шунтировал измерительный высокочастотный сигнал, служит разделительный фильтр. В блоке согласования происходит выделение высокочастотного измерительного сигнала, который поступает в индикатор. Индикатором в макете прибора служил быстродействующий самопиसेц или осциллограф.

Как показали эксперименты, уровни измерительного сигнала в процессе инициирования, полученные расчётным путём и экспериментальным с использованием макета индикатора, качественно идентичны. Это обстоятельство позволяет сделать вывод о практической возможности обнаружения срабатывания ЭД на описанном принципе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кутузов Б. Н., Галаджий Ф. М., Давыдов С. А. и др. Безопасность взрывных работ в промышленности. М.: Недра, 1977. 344 с.
2. Венд Д. Новейшие технические разработки в области электрического взрывания. М.: Изд-во «Нобель», 1997. 63. № 1–2. С. 19–25.



*Д-р техн. наук, профессор ПЕТРОВ Ю. С.,
канд. техн. наук, доцент МАСКОВ Ю. П.,
студент ТЕБИЕВ А. К.*

ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДЕТОНАТОРОВ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Экспериментально установлена зависимость величины импульса тока, который требуется для воспламенения электровоспламенителя, от внешней температуры, при которой производится иницирование. Статистическая обработка экспериментальных данных показала существенную разницу в средних значениях импульсов воспламенения, соответствующих разным температурам внешней среды. Полученные результаты позволяют уточнить технические характеристики электродетонаторов, которые обеспечивали бы безотказное иницирование.

Ключевые слова: *электрическое взрывание, электродетонатор, иницирование, импульс воспламенения, безотказность, безопасность.*

Yu. S. Petrov, Yu. P. Maskov, A. K. Tebiev

CHANGING THE PARAMETERS OF ELECTRIC DETONATORS WHEN THE AMBIENT TEMPERATURE

The dependence of the current pulse, which is required for the ignition of the electric igniter, on the external temperature at which the initiation is performed, is experimentally established. Statistical processing of experimental data showed a significant difference in the mean values of ignition pulses corresponding to different ambient temperatures. The results obtained make it possible to clarify the technical characteristics of electric detonators, which would ensure trouble-free initiation.

Keywords: *electrical explosion, electric detonator, initiation, ignition pulse, reliability, safety.*

Качество электровзрывных работ, их безопасность и производительность во многом зависят от безотказности иницирования. Несмотря на совершенствование электрического способа взрывания, до сих пор еще не удалось полностью избавиться от отказов, которые, как известно, не только снижают надежность и производительность, но и сильно влияют на безопасность электровзрывных работ.

Одной из причин отказов, как будет показано далее, может служить изменение параметров электродетонаторов при изменении внешней температуры.

Выделяющееся тепло должно нагревать состав воспламенительной головки до температуры вспышки, иначе произойдет отказ. Количество тепла, необходимое для иницирования воспламенительного состава, зависит, помимо прочих причин, и от начальной и конечной температуры нагрева. Конечная температура – температура воспламенения – является величиной, регламентированной для определенного типа электродетонаторов, и может быть

принята постоянной. Однако начальная температура может изменяться в широких пределах: в установившемся режиме она равна температуре окружающей среды. Так как взрывные работы ведутся в любое время года и в самых различных районах нашей страны, то температура окружающей среды в отдельных случаях может колебаться от минус 40–50 °С (например в Заполярье), до плюс 40–50 °С (на карьерах Южных районов страны в летнее время, а также при разработке месторождений, полезные ископаемые которых могут самопроизвольно окисляться, выделяя при этом тепло, и наконец, при эксплуатации весьма глубоких шахт и рудников).

Такой большой диапазон изменения температуры окружающей среды, а, следовательно, и начальной температуры электродетонатора и, в частности, его воспламенительной головки не может не влиять на теплообмен между мостиком накаливания и воспламенительной головкой и, в конце концов, на инициирование электродетонатора. Тем не менее, до настоящего времени вопрос о влиянии начальной температуры электродетонаторов на их инициирование не отражен в характеристиках электродетонаторов, в частности, его импульса воспламенения, который является важнейшим параметром, определяющим безотказность инициирования [1, 2, 3].

Для того, чтобы определить влияние начальной температуры воспламенительной головки на инициирование электродетонаторов, авторами были проведены соответствующие экспериментальные и теоретические исследования.

Эксперименты проводились для трех значений начальной температуры воспламенительной головки: минус 50, плюс 18 (нормальная) и плюс 50 °С. Испытания проведены над электровоспламенителями с эластичным и жестким креплением мостика накаливания. Перед экспериментом электровоспламенители сортировались по сопротивлениям. Электровоспламенители определенного типа в количестве 80 штук помещались в специально изготовленный термостат и охлаждались до температуры минус 50 °С. После этого каждому электровоспламенителю сообщались в нарастающем порядке, начиная с минимального, равного 0,6 мА²с, импульсы тока от конденсатора, который заряжался от универсального источника питания. Температура во время эксперимента поддерживалась постоянной. Для установления заданного температурного режима электровоспламенителей между сериями опытов по подаче импульсов различной величины выдерживалась пауза в 30 минут.

Аналогичные эксперименты для электровоспламенителей тех же партий выполнялись при нормальной температуре и при температуре плюс 50 °С. Для автоматического поддержания температуры плюс 18 °С и плюс 50 °С применялся шкаф типа СНОЛ-2,5.2,5/2М.

Полученные экспериментально данные были обработаны методом математической статистики [4, 5].

На рисунке 1а–в представлены гистограммы распределения электровоспламенителей (с жестким креплением мостика накаливания по импульсам, которые оказались необходимыми для воспламенения), соответственно, для температуры минус 50, плюс 18 и плюс 50 °С, и даны кривые нормальных законов распределения, соответственно, с параметрами:

$$\begin{aligned} \bar{K}_{-50^\circ} &= 1,075 \text{ мА}^2\text{с}, & \bar{K}_{+18^\circ} &= 0,925 \text{ мА}^2\text{с}, & \bar{K}_{+50^\circ} &= 0,844 \text{ мА}^2\text{с}, \\ \sigma_{-50^\circ} &= 0,0833, & \sigma_{+18^\circ} &= 0,061, & \sigma_{+50^\circ} &= 0,052, \end{aligned}$$

где \bar{K} – среднее значение импульса воспламенения;

σ – дисперсии, вычисленные на основании опытных данных.

Как показали расчеты, наилучшее приближение дает аппроксимация по нормальному закону. Вычисление критерия согласия χ^2 (Пирсона) дало значение $p(\chi^2 \geq \chi^2_0)$, во всех случаях во много раз превосходящую величину 0,01. Следовательно, имеющиеся расхождения между теоретическими и опытными частотами можно считать случайными, а предположение о том, что импульсы воспламенения распределены по нормальному закону для всех температур – обоснованным. Рисунок 1 наглядно иллюстрирует уменьшение величины среднего импульса воспламенения \bar{K} и дисперсии σ с увеличением температуры.

Гистограммы и кривые нормальных законов распределения электровоспламенителей с эластичным мостиком накаливания не приводятся, так как они несущественно отличаются от аналогичных, относящихся к электровоспламенителям с жестким креплением мостика накаливания.

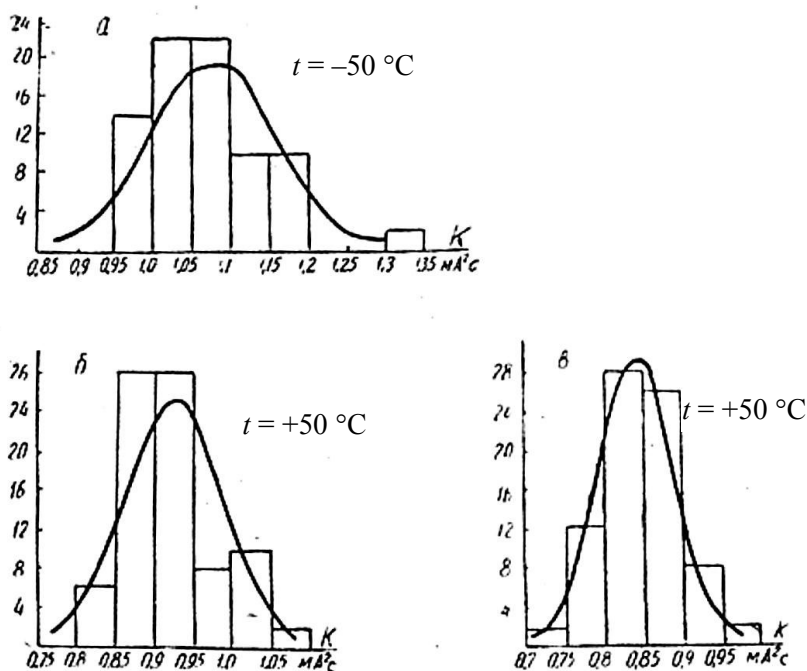


Рис. 1. Гистограммы и законы распределения импульсов токов, необходимых для воспламенения электродетонаторов в зависимости от температуры

Если ориентироваться, как это обычно принято, на так называемые «трехсигмовые» границы $\bar{K} \pm 3\sigma$, то мы получим крайние (минимальные и максимальные) значения импульсов воспламенения, соответствующие различным исследованным случаям. Значения минимального и максимального импульсов воспламенения при различных температурах для электровоспламенителей с жестким креплением мостика накаливания, относящиеся к трехсигмовым границам, сведены в таблицу, в которой также приведены значения среднего импульса воспламенения \bar{K} , дисперсии σ и длительного воспламеняющего тока $I_{дл}$.

Как видно из этой таблицы, разница в процентах между соответствующими, например, средними значениями импульсов воспламенения для температур минус 50 и плюс и 50 °С по отношению к импульсам воспламенения при нормальной температуре составляет, соответственно, 16,25 и 9,7 %, т. е. является существенной и должна быть учтена в расчетах по безотказному взрыванию.

Для подтверждения факта влияния начальной температуры мостика накаливания на требуемый для срабатывания электровоспламенителя импульс тока, при проведении экспериментов при трёх указанных температурах параллельно определялся длительный воспламеняющий ток $I_{дл}$ и статическое сопротивление мостика накаливания $R_{ст}$ электровоспламенителей.

Результаты исследований электровоспламенителей при различной начальной температуре воспламенительной головки

Параметры электровоспламенителей	Температура, °С			Отклонение параметров, %					
	-50	+18	+50	$\frac{K_{18} - K_{-50}}{K_{18}}$	$\frac{K_{18} - K_{+50}}{K_{18}}$	$\frac{\sigma_{18} - \sigma_{+50}}{\sigma_{18}}$	$\frac{\sigma_{18} - \sigma_{-50}}{\sigma_{18}}$	$\frac{I_{18} - I_{-50}}{I_{18}}$	$\frac{I_{18} - I_{+50}}{I_{18}}$
$K, \text{мА}^2, \text{с}$	1,075	0,925	0,844	16,25	9,70				
$\sigma, \text{мА}^2, \text{с}$	0,83	0,061	0,025			36,6	14,8		
$K_{\min}, \text{мА}^2, \text{с}$	0,825	0,742	0,688	11,2	7,30				
$K_{\max}, \text{мА}^2, \text{с}$	1,325	1,08	1,002	19,6	9,75				
$I_{дл}, \text{А}$	0,230	0,220	0,210					4,55	4,55

Анализ данных длительного воспламеняющегося тока показал, что температура окружающей среды практически не оказывает влияния на его величину. К аналогичному выводу приводит и анализ данных при измерении электрического сопротивления мостика накаливания в различных температурных режимах. Разница в сопротивлениях, измеренных при температуре минус 50 и плюс 18 °С, не превышает долей процента сопротивления мостика накаливания при температуре плюс 18 и плюс 50 °С.

На основании данных таблицы было вычислено по условиям безотказного воспламенения максимальное число электродетонаторов, которое может быть инициировано при разряде конденсатора с заданной емкостью, заряженного до определенного напряжения при различных исследованных значениях температуры окружающей среды. В результате расчетов оказалось, что при температуре минус 50 °С при прочих равных условиях можно взорвать на 15–20 % меньшее число электродетонаторов, чем при нормальной температуре. При температуре плюс 50 °С можно взорвать лишь на 2–3 % больше, чем при плюс 18 °С.

Таким образом, разница в количестве электродетонаторов, которые можно взорвать при низкой температуре по отношению к нормальной, является существенной и должна учитываться как при проектировании, так и при эксплуатации взрывных приборов.

Необходимо обратить внимание и на то, что при определении и обосновании параметров электровоспламенителей и электродетонаторов необходимо учитывать влияние температурного режима как на параметры отдельных

электродетонаторов, так и на статические характеристики групп (например, увеличение дисперсии с понижением температуры).

При проектировании взрывных приборов и окончательном расчете их производительности, как известно, вводится какой-то запас, который должен компенсировать воздействие неучтенных факторов. Одним из них, на наш взгляд, является влияние начальной температуры мостика накаливания на требуемый импульс воспламенения. Проведенный анализ должен служить уточнению расчетов производительности взрывных приборов, а, следовательно, повышению безотказности и безопасности взрывных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Граевский М. М.* Справочник по электрическому взрыванию зарядов ВВ. Изд. 2-е перераб. и доп. М.: Рандеву-АМ, 2000. 448 с.
2. Единые правила безопасности при взрывных работах. ПБ 13-407-01. Безопасность при взрывных работах. М: ГУПНТЦ «Промышленная безопасность» Госгортехнадзора России, 2002. Вып. 1. № 13, 248 с.
3. *Кушнеров П. И.* Безопасность взрывных работ при электровзрывании на угольных и сланцевых шахтах. Кемерово: Кузбассвузиздат, 2005. 611 с.
4. *Гмурман В. Е.* Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Юрайт, 2014.
5. *Балдин К. В.* Теория вероятностей и математическая статистика: Учебник для студентов вузов [аспирантов] / К. В. Балдин, В. Н. Башлыков, А. В. Рукосуев. 2-е изд. М.: Дашков и К. 2014. 472 с.



УДК 622.235.432

*Канд. техн. наук, профессор РОГАЧЁВ Л. В.,
канд. техн. наук, доцент САХАНСКИЙ Ю. В.*

АНАЛИЗ И КЛАССИФИКАЦИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ВЫБОРА И ПРИМЕНЕНИЯ ПРОВОДНИКОВ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ВЗРЫВАНИЯ

Рассмотрены особенности выбора магистральных и соединительных проводников для системы электрического инициирования зарядов промышленных взрывчатых веществ. Проанализирована номенклатура существующих и применяемых в электровзрывании в настоящее время проводников. Обоснована методика выбора проводников с учётом внешних условий эксплуатации электровзрывной цепи. Даны рекомендации по выбору типа и марки проводников для наиболее широко распространённых случаев их применения.

Ключевые слова: электровзрывание, проводник, жила, кабель, инициирование, электровзрывная цепь.

ANALYSIS AND CLASSIFICATION OF THE FEATURES OF THE CHOICE AND APPLICATION OF CONDUCTORS IN AN ELECTRIC EXPLOSION SYSTEM

The features of the selection of trunk and connecting conductors for the system of electrical initiation of charges of industrial explosives are considered. The nomenclature of the existing conductors and the conductors currently used in electric explosion are analyzed. The method of choosing conductors is substantiated taking into account the external conditions of operation of the electric explosion circuit. Recommendations are given on the choice of the type and brand of conductors for the most widely used cases of their application.

Keywords: *electric explosion, conductor, vein, cable, initiation, electric explosive circuit.*

При подборе проводов для электровзрывной цепи необходимо учитывать:

- 1) напряжение источника инициирования и допустимое входное сопротивление электровзрывной цепи;
- 2) внешние условия прокладки и монтажа электровзрывной цепи;
- 3) необходимую механическую прочность проводов.

Все провода, применяемые при электровзрывных работах, должны иметь исправную изоляцию и надёжный электрический контакт в местах соединения проводов друг с другом – так называемых «скрутках». Концы проводов и жил кабелей должны быть тщательно очищены, тесно связаны (сращены) и места их соединения должны быть надёжно заизолированы при помощи специальных зажимов или иных средств.

В шахтах (рудниках), опасных по газу или пыли, все контакты проводов и кабелей между собой должны осуществляться только с помощью взрывобезопасных соединительных коробок типов SA\SAG или ККВ.

Электровзрывная цепь должна быть двухпроводной. Использование воды, земли, труб, рельсов, канатов и т. д. в качестве одного из проводников запрещается. Перед началом монтажа ЭД взрывник должен осмотреть магистральные и соединительные провода и убедиться в исправности изоляции и целостности жил.

Едиными правилами безопасности (ЕПБ) [2] запрещается присоединение проводов уже смонтированной части электровзрывной сети к следующим проводам, пока противоположные концы последних не замкнуты накоротко.

При этом монтаж магистральных и соединительных проводов должен производиться от источника инициирования к ЭД (к зарядам взрывчатого вещества), причём длина магистральных проводов не должна превышать 100 метров, а их концы во время монтажа цепи должны оставаться закороченными [3].

В подземных условиях в зону монтажа электровзрывной сети необходимо включать выработки, в которых монтируется такая сеть. На земной поверхности в зону монтажа электровзрывной сети должна включаться поверхность, ограниченная контуром, на 50 м превышающим контур электровзрыв-

ной цепи независимо от высоты подвеса проводников, а при прострелочно-взрывных работах в скважинах – соответственно на 10 м.

При монтаже электровзрывной цепи необходимо применять меры по защите от блуждающих токов, в частности снять напряжение с объектов, находящихся в зоне монтажа электровзрывной цепи. При невозможности снятия напряжения с электрооборудования должны приниматься утвержденные руководителем организации (шахты, рудника, карьера и т. п.) дополнительные меры защиты от блуждающих токов (применение защищенных электродетонаторов, исключение повторного использования соединительных проводов, обязательное применение специальных зажимов для изоляции скруток проводов и др.) [4].

Наиболее эффективным способом соединения проводов являются клеммы WAGO.

Для проведения электровзрывных работ должны применяться провода и кабели, специально разработанные для работы в данных условиях (см. табл. 1), а если они не удовлетворяют предъявляемым требованиям, то необходимо использовать провода и кабели общепромышленного назначения. В крайнем случае следует использовать провода с алюминиевыми жилами, которые дешевле медных (они механически менее прочны), и лишь при необходимости (например, в шахтах, опасных по газу или пыли, или когда требуется уменьшить сопротивление) – медные провода.

В обводненных условиях следует применять в первую очередь провода с полиэтиленовой и ПВХ изоляцией.

Таблица 1

**Номенклатура основных проводов и кабелей,
применяемых при электровзрывании [1]**

Марка проводов	Число жил	Число проволок в жиле	Диаметр жилы, мм	Сечение жилы, мм ²	Сопротивление при +20 °С, Ом/км	Наружный диаметр провода, мм	Масса 1 км провода, кг	Строительная длина, м
ВП	1	1	0,5	0,2	93,0	1,4	2,65	> 1000
	1	1	0,8	0,5	37,0	2,3	7,0	> 400
	2	1	0,7	0,38	50,0	4,4	11,8	> 400
ВПп	2	1	0,4	0,13	150,0	1,3 x 2,6	3,7	500
	2	1	0,5	0,2	95,0	1,3 x 2,6	6,3	500
СПП-1	1	7	0,9	0,5	39,5	2,3	8,0	200–1300
СПП-2	2	7	0,9	0,5	41,0	4,6	16,5	520±20
НГШМ 2 x 1,5	2	12	1,66	1,5	13,2	12,0	126	> 400
НГШМ 2 x 10	2	7	4,05	10,0	1,83	19,0	432	> 400
ВПсл-07	1	1	07	0,38	400	1,9	5,2	> 500
НГШС 2 x 1,5	2	4	1,69	1,5	90	12,0	130	> 400

Для магистральных линий желательно использовать гибкий кабель с прорезиненной изоляцией.

При необходимости защитить электровзрывную цепь от сильных электромагнитных излучений можно, если использовать провода с резиновой изоляцией и оплеткой из металлических проволок марки МРПЭ.

Провода электровзрывной цепи находятся под напряжением лишь несколько миллисекунд, их нагрев незначителен и может не учитываться.

Поэтому сечение проводов следует выбирать исходя из других критериев: обеспечения необходимой проводимости электровзрывной цепи, ее достаточной механической прочности (с тем, чтобы исключить обрыв проводов при монтаже сети).

Необходимая проводимость обеспечивается выбором сечения соединительных проводов распределительной сети не менее $0,2 \text{ мм}^2$ и магистрали – не менее $0,5 \text{ мм}^2$. При необходимости повышения механической прочности ЭВС, например, при массовых взрывах или повышенной опасности механических повреждений, принимают сечение соединительных проводов распределительной сети не менее $0,5 \text{ мм}^2$, магистральных не менее 1 мм^2 .

Хотя для проводов и кабелей минимальная температура составляет $30\text{--}60 \text{ }^\circ\text{C}$, монтаж ЭВЦ (во избежание повреждения изоляции) разрешается вести при температурах не ниже $-15 \text{ }^\circ\text{C}$ при пластмассовой изоляции и $-25 \text{ }^\circ\text{C}$ – при резиновой изоляции.

Рабочее и испытательное напряжение основных рассмотренных проводов и кабелей приведено в табл. 2.

При использовании для электровзрывных сетей проводов и кабелей других марок (не приведенных в таблицах) их сопротивление можно приближенно определить по одной из таблиц или вычислить по формуле:

$$r = \frac{\rho \cdot 1000}{s}, \quad (1)$$

где r – сопротивление 1 км провода, Ом;

s – сечение провода, мм^2 ;

ρ – удельное сопротивление металла провода, которое можно принять равным для меди $0,018 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$, для алюминия – $0,028 \text{ мкОм}\cdot\text{м}$.

Если температура окружающей среды отличается от $+20 \text{ }^\circ\text{C}$, для которой в таблицах приведено сопротивление проводов, его величину при произвольной температуре $t \text{ }^\circ\text{C}$ можно рассчитать по формуле:

$$r = r_{20} [1 + \alpha(t - 20)], \quad (2)$$

где r_{20} – сопротивление провода при $+20 \text{ }^\circ\text{C}$, Ом;

α – температурный коэффициент сопротивления, равный для меди и алюминия $0,0041$.

При использовании многожильного кабеля в качестве двухпроводной линии магистральных проводов, несколько жил соединяют параллельно, чтобы образовывать две объединенные жилы большого сечения.

Таблица 2

**Рабочее и испытательное напряжение проводов и кабелей,
применяемых для взрывных работ [1]**

Марка провода или кабеля	Рабочее напряжение, В		Испытательное переменное напряжение 50 Гц, кВ	
	переменное	постоянное	после трехчасовой выдержки в воде	на аппарате сухого испытания
ВП	380 660	1500	Для проводов диаметром: 0,5 мм – 1 кВ, 5 мин 0,7 мм и 0,8 мм – 2 кВ, 5 мин	Для проводов диаметром: 0,5 мм – 3 кВ 0,7 и 0,8 мм – 5кВ
ВПп	380 660	1500	1 кВ, 5 мин	4,2 кВ
СПП-1 СГПТ-2	380	1000	2 кВ (1 кВ), 5 мин 5 кВ (3 кВ), 5 мин	6 кВ
НГШМ 2x1,5 НГШМ 2x10	1200 1200	3000 3000	Для готового кабеля между жилами: 7 кВ; 3 мин	Для изолированной жилы 8 кВ 9кВ
ВПсл-0,7	380 660	1500	2 кВ, 5 мин	5 кВ, 50 Гц
НГШС 2x1,5	1200	3000	Для готового кабеля между жилами: 7 кВ; 3 мин	Для изолированной жилы: 18 кВ (пиковое значение)
ПРН, АПРН, ПРГН	660	1000	Для готового кабеля между жилами: 7 кВ; 3 мин	Для проводов сечением: 1,5–6 мм ² – 8 кВ; 10,16 мм ² – 10 кВ; 25,35 мм ² – 11 кВ; 50,70 мм ² – 14 кВ; 95,120 мм ² – 15 кВ

При этом каждая из объединенных жил может состоять из разного числа жил различного сечения. Эквивалентное сопротивление 1 км объединенной жилы (Ом) находят по формуле:

$$r_{ож} = 0,5 \left(\frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \dots + \frac{1}{r_n}} + \frac{1}{\frac{1}{r'_1} + \frac{1}{r'_2} + \dots + \frac{1}{r'_n}} \right), \quad (3)$$

где r_1, r_2, \dots, r_n – сопротивления 1 км жил, входящих в первую объединённую жилу, Ом;

r'_1, r'_2, \dots, r'_n – сопротивления 1 км жил, входящих во вторую объединённую жилу, Ом.

Рассмотрим в качестве примера применение кабеля КПГН 3 х 6 + 4,0 мм² как двухпроводную магистральную линию, предполагая при этом, что одна объединённая жила состоит из двух жил сечением по 6 мм², а другая – из жилы в 6 мм² и жилы в 4 мм². При этом сопротивление 1 км жилы кабеля КПГН сечением 6 мм² – 3,3 Ом, а жилы сечением 4,0 мм² – 5,0 Ом, а сопротивление объединённой жилы, определённое по формуле (3): $r_{ож} = 3,65$ Ом. Тогда эквивалентное сечение объединённой жилы определяется по формуле:

$$s_{ож} = \frac{\rho \cdot 1000}{r_{ож}} = \frac{0,018 \cdot 10^{-6} \cdot 1000}{3,164} = 6,562 \cdot 10^{-6} \text{ (мм}^2\text{)}.$$

Изолированные провода, а также кабели следует выбирать так, чтобы их испытательное напряжение было не меньше напряжения, создаваемого источником взрывного тока. Для всех проводов и кабелей, не предназначенных специально для взрывных работ, в качестве номинального (рабочего) напряжения указывают длительно допустимое напряжение.

Провода для промышленных взрывных работ марки ВП, в соответствии с ГОСТ 6285-74, предназначены для кратковременной эксплуатации при напряжении 380–660 В переменного тока или 1500 В постоянного тока. Саперные провода марки СПП-1, СПП-2 рассчитаны (ГОСТ 2190-77) на длительное действующее переменное напряжение 380 В и постоянное (импульсное) напряжение 1000 В [2].

Поскольку напряжение взрывного импульса прикладывается к проводам электровзрывной сети кратковременно в течение нескольких миллисекунд, оно может намного превышать номинальное значение. Поэтому провода взрывной сети необходимо выбирать по их испытательному напряжению.

Аналогичной точки зрения придерживаются и в зарубежной практике [1].

ЛИТЕРАТУРА

1. *Граевский М. М.* Справочник по электрическому взрыванию. М.: Рандеву–АМ, 2004.
2. Правила безопасности при взрывных работах. Приказ Ростехнадзора № 605 от 16.12.2013 г.
3. *Саханский Ю. В., Кодкудаков С. Е., Петров Ю. С.* Энергетический баланс в электровзрывной цепи с конденсаторным прибором взрывания // Сборник Трудов молодых учёных СКГМИ. 2017. № 4. Владикавказ: Изд-во «Терек», 2007.
4. *Петров Ю. С., Саханский Ю. В., Масков С. П.* Графо-аналитический метод анализа условий безотказного срабатывания электродетонаторов в цепи // Вестник Международной академии наук экологии и безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ). Т. 13, № 3. СПб.: МАНЭБ, 2008.



УДК 004

*Канд. техн. наук, доцент САХАНСКИЙ Ю. В.,
студент ГУЛЬЧЕЕВА Д. А.*

ЕДИНОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО КАК СОВРЕМЕННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

Изучены основные составляющие современного информационного пространства. Рассмотрены цели и задачи формирования единого информационного пространства. Проанализированы задачи по формированию и развитию единого информационного пространства России в настоящее время, осуществляемые федеральными органами государственной власти на примере федеральной программы «Информационная Россия».

Ключевые слова: *информатизация, информационное пространство, информация, «Информационная Россия».*

Yu. V. Sakhansky, D. A. Gulcheeva

UNIFIED INFORMATION SPACE AS A MODERN TECHNOLOGY

The main components of the modern information space were studied. The goals and tasks of forming a single information space are considered. Problems are analyzed for the formation and development of a single information space of Russia at the present time carried out by the federal government bodies on the example of the federal program «Information Russia».

Keywords: *informatization, information space, information, «Information Russia».*

Для развития любого человеческого общества необходимы материальные, инструментальные, энергетические и информационные ресурсы. Нынешнее время – это период, характеризующийся беспрецедентным увеличением объема информационных потоков.

Информация является решающим фактором, определяющим развитие технологий и ресурсов в целом. Рыночные отношения предъявляют высокие требования к своевременности, надежности, полноте информации, без которых немыслима эффективная маркетинговая, финансовая, кредитная и инвестиционная деятельность.

В последние десятилетия мир переживает переход от «индустриального общества» к «информационному обществу». Существует изменение в способах производства, народном мировоззрении, межгосударственных отношениях.

Уровень развития информационного пространства оказывает решающее влияние на экономику, оборону и политику. Поведение людей, формирова-

ние общественно-политических движений и социальной стабильности во многом зависят от этого уровня. Цели информатизации во всем мире и, в частности, в России – это наиболее полное удовлетворение информационных потребностей общества во всех сферах деятельности.

Единое информационное пространство представляет собой совокупность баз данных и банков данных, технологий их обслуживания и использования, информационных и телекоммуникационных систем и сетей, действующих на основе общих принципов и общих правил, обеспечивающих информационное взаимодействие организаций и граждан, а также удовлетворение их информационных потребностей. Значительную роль в формировании единого информационного пространства играет создание общенациональной телекоммуникационной сети страны, которая позволит объединить различные сети, системы и коммуникационные комплексы, предоставив потребителям доступ к соответствующим территориально распределенным информационным ресурсам, обмен информацией в режимах передачи данных и электронной почты.

Например, всемирная информационная сеть Интернет – это унифицированное информационное пространство, которое состоит из следующих основных компонентов:

- информационные ресурсы, содержащие данные, информацию и знания, записанные на соответствующих носителях;
- организационные структуры, обеспечивающие функционирование и развитие единого информационного пространства, в частности, сбор, обработку, хранение, распространение, извлечение и передачу информации;
- средства информационного взаимодействия между гражданами и организациями, обеспечивающие им доступ к информационным ресурсам на основе соответствующих информационных технологий, включая программно-технические, организационные и нормативные документы.

Основным политическим и экономическим аспектом формирования единого информационного пространства России является преодоление информационной монополии административных и коммерческих структур на открытых информационных ресурсах.

Правовая поддержка открытости государственных информационных ресурсов является необходимой предпосылкой для обеспечения интеграции единого информационного пространства России с европейским и глобальным информационным пространством.

Целями формирования и развития единого информационного пространства России являются:

- обеспечение прав граждан на информацию, провозглашенную Конституцией Российской Федерации;
- предоставление возможности контроля гражданами и общественными организациями за деятельностью федеральных органов государственной власти, органов власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления;
- повышение деловой и общественной активности граждан путем предоставления равных возможностей использования государственной научной, технической, социально-экономической, социально-политической информации, а также информационных фондов образования, культуры и т. д.

Формирование и развитие единого информационного пространства России обеспечивает, в первую очередь, оперативный доступ к имеющимся информационным ресурсам и работу по их включению в единое информационное пространство. Новые сформированные информационные ресурсы, включенные в единое мировое информационное пространство, должны быть юридически доступны государственным органам, хозяйствующим субъектам и гражданам.

В качестве базы для внедрения новых информационных технологий могут использоваться современные и в настоящее время разработанные системы информации и контроля отдельных федеральных органов власти и органов власти субъектов Российской Федерации, ведомственные и межведомственные территориально распределенные системы и сети для сбора, обработки и распространения информации.

Формирование информационного пространства России должно быть направлено на объединение и развитие существующих информационно-аналитических ресурсов, предназначенных для обеспечения их эффективной управленческой деятельности. Информационное пространство государственных органов должно основываться на информационных и телекоммуникационных системах, способных предоставлять информационную поддержку как в сфере управления экономикой, так и в области личной и государственной безопасности.

Цели, задачи и принципы законодательной поддержки, формирования и развития единого информационного пространства изложены в Указе Президента Российской Федерации от 23 апреля 1993 года № 477 «Концепции правовой информатизации России».

Единое информационное пространство затрагивает все сферы деятельности общества, охватывает все регионы и территории страны. Поэтому нормы информационного законодательства представлены в большинстве законодательных актов Российской Федерации.

Международный опыт подтверждает актуальность проблем информационной безопасности для обеспечения национальной безопасности любого государства. Информационное взаимодействие субъектов в одном информационном пространстве наряду с юридической поддержкой требует принятия организационных и технических мер для защиты информации.

Особенно необходима работа по стандартизации и сертификации средств и систем информации на современном этапе для формирования и развития единого информационного пространства России. Целесообразно проводить работу по стандартизации в рамках единой программы создания нормативной, инструментальной и методологической основы для сертификации инструментов и информационных систем. Эта программа должна предусматривать разработку набора базовых и функциональных стандартов, которые являются обязательными для использования при формировании и использовании государственных информационных ресурсов и информатизации государственных органов. Ядром набора стандартов должны быть международные и государственные стандарты и другие нормативные документы. Эти документы должны служить основой для требований к средствам и системам информатизации на всех этапах их жизненного цикла, контроля качества, тестирования и сертификации как средств, так и систем информатизации.

Формирование и реализация этой программы является важной формой организации взаимодействия государственных органов в реализации государственной политики в области информации и разработки компонентов единого информационного пространства в России.

Работа по формированию и развитию единого информационного пространства России в настоящее время осуществляется федеральными органами государственной власти, государственными органами Российской Федерации и муниципальными органами власти в программах, затрагивающих отдельные компоненты этого пространства.

Наиболее распространенной из этих программ является федеральная целевая программа «Информатизация России», разработанная Комитетом при Президенте Российской Федерации по политике информатизации совместно с заинтересованными федеральными министерствами, ведомствами и администрациями субъектов федерации. Как подчеркивалось выше, формирование и развитие единого информационного пространства является главной целью реализации государственной политики в области информатизации России. Поэтому целесообразно доверить разработку этого комплекса мер Комитету при Президенте Российской Федерации по политике информатизации с привлечением заинтересованных органов государственной власти, предприятий, организаций и общественно-политических объединений.

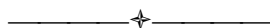
По мере развития сферы коммерческого информационного обслуживания, приватизации предприятий, производящих новые информационные технологии, а также демонополизации и приватизации телекоммуникационных предприятий, будет создана конкурентная среда и мощный частный сектор информационной индустрии, который обеспечит основную часть инвестиций в развитие единого информационного пространства в России.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Лопатин В. Н.* Теоретико-правовые проблемы защиты единого информационного пространства и их отражение в системах российского права и законодательства [Электронный ресурс]. Режим доступа: expert.ru/problemy_inform_prava/15.shtml (Дата обращения 24.04.2018 г.)

2. Окинавская хартия глобального информационного общества (Okinawa Charter on Global Information Society, 2000 г.) [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.iis.ru/library/okinawa/charter.ru.html> (Дата обращения 24.04.2018 г.)

3. *Паринов С. И.* Онлайн-сообщества: методы исследования и практическое конструирование [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://rules.ieie.nsc.ru/~parinov/autoref.htm> (Дата обращения 24.04.2018 г.)



ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ В ОБРАЗОВАНИИ

Рассмотрено применение интеллектуальных систем в образовании. Выявлены основные модули интеллектуальной образовательной системы и их функциональные взаимосвязи. Составлена структурная схема взаимодействия данных модулей. Рассмотрена методика применения интеллектуальных образовательных систем при проведении различных форм занятий. Даны практические рекомендации по применению инструментов ИКТ в учебном процессе.

Ключевые слова: образование, информационно-компьютерные технологии, образовательный модуль.

Yu. V. Sakhansky, V. O. Fidarova

INTELLECTUAL SYSTEMS IN EDUCATION

The application of intellectual systems in education is considered. The main modules of the intellectual educational system and their functional interrelations are revealed. A block diagram of the interaction of these modules is made. The method of application of intellectual educational systems in carrying out various forms of employment is considered. Practical recommendations on the use of ICT tools in the teaching process are given.

Keywords: education, information and computer technologies, educational module.

Интеллектуальные системы (от латинского *intellēktus* – разумение, понимание) – это компьютерные системы, которые реализуют определенные особенности человеческого интеллекта, позволяя им выполнять сложные задачи, решение которых в реальном времени затруднительно.

Интеллектуальные системы имеют следующую архитектуру:

Интеллектуальные системы = Решатель (задачи) +

+ Информационная среда + Интеллектуальный интерфейс,

где Решатель = Источник знания + Вычислитель + Синтезатор;

Информационная среда = База знаний (КВ) + база данных (БД).

Интеллектуальный интерфейс состоит из подсистемы диалога, подсистемы для представления результатов интеллектуальных систем (включая графику) и подсистемы для удобного обучения пользователя работе с интеллектуальными системами.

Таким образом, интеллектуальные системы представляют собой человеко-машинные системы, которые не только могут имитировать интеллекту-

альные возможности людей, но и улучшать их посредством когнитивных рассуждений и производительности компьютера с удобным интеллектуальным интерфейсом.

Системы интеллектуального обучения (КЭС) решают проблемы, связанные с пониманием процессов познания. Интеллектуальные обучающие системы включают: раздел учебной базы данных, базы знаний, раздел интеллектуального управления учебным процессом.

Структура интеллектуальных обучающих систем представлена на рисунке 1.

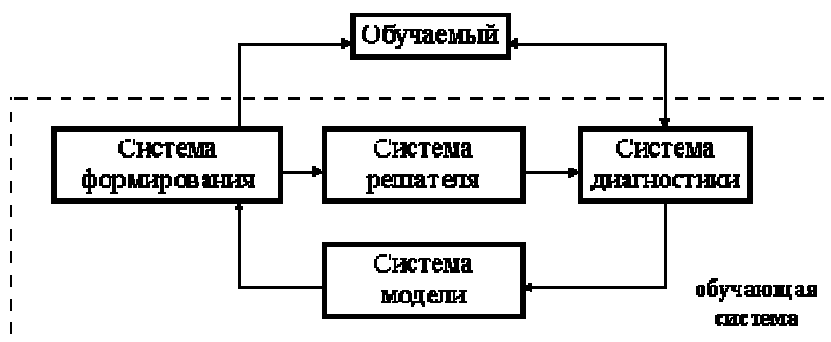


Рис. 1. Структура интеллектуальной обучающей системы

Интеллектуально-образовательная система позволяет учителю проводить предварительное тестирование стажеров.

Эффективность интеллектуальных систем обучения обеспечивают следующие факторы:

- скорость обработки информации и выполнения операций;
- возможность накопления и применения знаний об итогах обучения каждого стажера для выбора влияния индивидуального обучения и управления процессом обучения для формирования сложных знаний и навыков;
- обоснованность системы оценивания знаний, навыков;
- степень подготовки (низкая, средняя, высокая) или стадия освоения материала (распознавание, алгоритмическая, эвристическая, творческая);
- адаптивные возможности системы.

Введение в процесс обучения интеллектуальных обучающих систем позволяет повысить результативность обучения благодаря возможности самоконтроля, индивидуального, дифференцированного подхода к каждому стажеру, развития когнитивных процессов, создания условий для независимого приобретения знаний.

Рассмотрим методику использования интеллектуальных систем обучения при осуществлении различных видов деятельности.

• **Лекция.** Метод использования интеллектуальных обучающих систем на лекции предусматривает возможность иллюстрации представленного материала с видеоизображениями, анимированными клипами с аудиосопровождением, что позволяет учителю полагаться на всю триаду восприятия: вижу, слышу, пишу.

Использование интеллектуальных обучающих систем на лекциях помогает поддерживать внимание слушателей в течение длительного времени, способствует более глубокому пониманию изучаемого материала благодаря демонстрации на экране визуальной информации.

• **Лабораторные упражнения.** Во время лабораторных занятий предусматриваются следующие модули системы: информация, моделирование, расчет и управление (рисунок 2).



Рис. 2. Последовательность работы обучаемого с программой на лабораторном занятии

Этапами лабораторных занятий являются: подготовительный, прием на работу, проведение экспериментов и проведение показаний приборов, обработка экспериментальных данных, подготовка лабораторного журнала и защита работы. Учащийся самостоятельно выбирает приемлемый темп для работы с программой и последовательно проходит все этапы сеанса.

В зависимости от желания и обстоятельств учитель может изменить методологию проведения лабораторного урока.

• **Практические занятия.** На практическом уроке учитель сталкивается с задачей обобщения пройденного материала, мониторинга уровня знаний обучаемых, развития практических навыков в решении проблем по изученной теме.

Рассмотрим методику использования интеллектуальных обучающих систем для практических классов (рисунок 3).

На практическом занятии с использованием интеллектуальных систем обучения деятельность учителя существенно меняется. Часть функций учителя выполняется компьютером, а именно: информирование учащегося о теме, цели, порядке проведения урока, оценивание знаний и т. д.



Рис. 3. Порядок работы обучаемого с программой на практическом занятии

Перераспределение функций между компонентами учебного процесса в задачах способствует дифференциации и индивидуализации обучения, повышению его эффективности и качества.

- **Независимая работа.** При необходимости интеллектуальная система обучения может использоваться для самостоятельной работы обучаемых (рисунок 4).



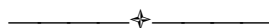
Рис. 4. Использование модулей основной части интеллектуальной обучающей системы во время самоподготовки

Использование интеллектуальной системы обучения в самостоятельной образовательной деятельности развивает творческое мышление, повышает IQ обучаемого, стимулирует самоорганизацию познавательной деятельности для достижения образовательных целей.

Педагогически обоснованное использование инструментов ИКТ в учебном процессе (в частности, систем интеллектуального обучения, гипермедиа, мультимедийных технологий), телекоммуникаций и коммуникаций помогает улучшить методы и организационные формы обучения в высших учебных заведениях, улучшить качество образования посредством создания и использования программного обеспечения нового поколения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панюкова С. В. Информационные и коммуникационные технологии в лично-ориентированном обучении. М.: Про-Пресс, 2008. 273 с.
2. Панюкова С. В. Использование интеллектуальных обучающих систем в высшем образовании // Вестник Рязанского гос. университета им. Есенина. Рязань, 2015. 312 с.
3. Роберт И. В. Современные информационные технологии в образовании: дидактические проблемы, перспективы использования. М.: Школа-Пресс, 2014. 205 с.



УДК 621.31:620.179.147

Канд. техн. наук, доцент СТЕПАНОВ А. Л.

ПОСТРОЕНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛИНЕЙНО-ПРОТЯЖЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ И СРЕД С ЭЛЛИПТИЧЕСКОЙ ФОРМОЙ СЕЧЕНИЯ (часть 1)

В данной работе представлены начальные результаты исследований, направленных на создание ориентированной для САПР математической модели (ММ) неразрушающего вихретокового контроля (ВТК) линейно-протяженных проводящих сред (объект контроля) эллиптического поперечного сечения. Выполненной задачей данной работы является построение расчетных выражений, описывающих с помощью векторного потенциала квазистационарные электромагнитные поля, возникающие в объектах контроля и вне их (в пустоте). Математическими моделями вихретокового преобразователя (ВТП) служат нитевидные двухпроводные линии, расположенные параллельно оси симметрии объекта контроля и питаемые синусоидальным током от стороннего идеального источника тока.

Ключевые слова: сплошной эллиптический цилиндр, труба бесконечной длины и толщины эллиптического сечения, нитевидная двухпроводная линия с током, уравнения Гельмгольца, Лапласа, Пуассона, векторный потенциал.

A. L. Stepanov

BUILDING A MATHEMATICAL MODEL OF INTERACTION LINEAR-EXTENDED SOURCES AND MEDIA WITH AN ELLIPTIC CROSS-SECTION SHAPE (part 1)

This paper presents the initial results of studies aimed at creating a CAD-oriented mathematical model of non-destructive eddy current testing of linear-extended conducting media (the objects of testing) of elliptic cross-section. The task of this work is to construct the calculated expressions that describe using the vector po-

tential quasi-stationary electromagnetic fields arising in the objects of testing and outside them. Mathematical model eddy-current probe are filamentous two-wire line is parallel to the axis of symmetry of the test object and connected to the Shing-changing sinusoidal current from the third party an ideal current source.

Keywords: *solid elliptic cylinder, tube of infinite length and thickness of elliptic section, two-wire line with current, Helmholtz, Laplace, Poisson equations, vector potential.*

Настоятельная потребность создания для ряда отраслей народного хозяйства новых металлических материалов с уникальными физико-химическими свойствами как реальность научно-технического прогресса неизбежно приводит к совершенствованию существующих и появлению новых методик и средств неразрушающего контроля и диагностики (НКиД) [1]. Поскольку эти методики и средства в современных условиях создаются с помощью систем САПР, то весьма актуальной становится разработка их математического обеспечения (МО), включая математические модели (ММ) неразрушающего контроля (НК) материалов и изделий [2].

Все сказанное в полной мере относится к разработке математического обеспечения САПР методов и средств неразрушающего вихретокового контроля (ВТК) проводящих объектов. Основным компонентом МО является наличие математической модели (ММ) процесса ВТК. При этом под полной ММ понимают такую, которая объединяет в пространстве и во времени все компоненты, позволяющие аналитически описать эту модель с заданной степенью адекватности и обеспечить численное компьютерное моделирование процесса контроля.

В работах [3–11] разработана полная математическая модель ВТК* многослойных цилиндрических цилиндров проводящих объектов эллиптического сечения, включающая:

- ММ результирующего электромагнитного квазистационарного поля, направленного параллельно продольной оси цилиндра;
- ММ объекта контроля, представляющая произвольное количество конфокальных эллиптических цилиндров, имеющих общую продольную ось симметрии, материал которых описывается линейными уравнениями среды с постоянными изотропными параметрами;
- ММ трансформаторного вихретокового преобразователя (ВТП) в виде соленоида (обмотка возбуждения), внутри которого соосно расположен нитевидный круглый виток измерительной обмотки. Внутри ВТП соосно с ним расположен ферромагнитный многослойный цилиндр;
- разработанные выражения для расчета функций Матье.

В работах [12–14] создана первоначальная ММ ВТК линейно-протяженных многослойных сред эллиптического поперечного сечения в поперечных электромагнитных полях, создаваемых синусоидальным током, протекающем в нитевидной двухпроводной линии. Эта модель включает те же компоненты, за исключением алгоритма расчета выходных параметров ВТП.

* Более строгое определение «полная математическая модель» приведено в работе [2].

Сложность реализации алгоритма расчета заключается в особенностях вычисления постоянных интегрирования. Во-первых, из-за несовпадения угловых функций в выражениях, описывающих поле в материале объекта контроля и вне его (в пустоте), система граничных уравнений содержит бесконечно большое количество последних. Во-вторых, необходимо численно рассчитывать и угловые и радиальные функции Матве. Однако алгоритм их вычислений при мнимом параметре $q = -jq$ встречает значительные затруднения из-за сложности расчетов собственных значений уравнения Матве (характеристических чисел) $a_{2n}, a_{2n+1}, b_{2n+1}, b_{2n+2}$ [9].

Целью всей работы является упрощение вида выражений для граничных уравнений и облегчение расчетов постоянных интегрирования. В данной работе задачей является решение исходных дифференциальных уравнений в частных производных. Построение математических выражений, описывающих с точностью до постоянных интегрирования электромагнитное поле в рассматриваемых областях пространства.

Условие задачи

В пустоте бесконечной протяженности (термин «пустота» понимается в электротехническом смысле этого слова [15]) расположен сплошной проводящий эллиптический цилиндр бесконечной длины и параллельно его продольной оси расположены две нитевидные двухпроводные линии L_1L_2 и L_3L_4 . Они являются первоначальной ММ [16] трансформаторного ВТП (рис. 1а). Совместно с цилиндром ММ ВТП образует математическую модель неразрушающего вихретокового контроля варианта А (ММ ВТК А).

Согласно другому условию, указанные двухпроводные линии расположены в трубе (также в пустоте) бесконечно большой толщины и длины параллельно её продольной оси (рис. 1б) (ММ ВТК В).

Наконец, еще по одному условию эти линии расположены в промежутке (пустота) между соосными цилиндром и трубой, имеющими поперечное сечение в форме эллипса (рис. 1в) (ММ ВТК С).

Условимся, что двухпроводная линия L_1L_2 – модель обмотки возбуждения ВТП, имеет бесконечно малое сечение, по её нитевидным проводникам протекает синусоидальный ток от стороннего идеального источника тока. Этот ток имеет конечное значение модуля I :

$$i = I_m \sin(\omega t + \psi_i); \quad I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}.$$

Положительное направление тока в проводах линии L_1L_2 указано на рис 1. Двухпроводная нитевидная линия L_3L_4 – модель измерительной обмотки ВТП.

Примем следующие допущения [8, 10, 11, 15]:

1. Электромагнитное поле является квазистационарным монохроматическим (синусоидальным). Условия и обоснованность такого подхода изложены в работе [17]. Они используются в теории ВТК в большинстве работ.

2. Материальные уравнения среды описывают её линейные изотропные электрофизические свойства. Эти условия также общеприняты при теоретическом анализе процессов ВТК.

3. Первоначальная математическая модель ВТП позволяет не учитывать эффекты возникновения вихревых токов в линиях, эффекты близости, эффекты длинной линии. Это также общеизвестно.

Последовательная постановка и решение задачи

Решение будем проводить в эллиптической цилиндрической системе координат ξ, η, z и в правой прямоугольной декартовой системе координат $Oxyz$ (рис. 1а). При этом [18]:

$$0 \leq \xi \leq \infty; 0 \leq \eta \leq 2\pi; -\infty < z < \infty.$$

А. Рассмотрим построение математических выражений для ММ ВТК А (рис. 1а). Объединенное уравнение, в которое в качестве частных случаев входят уравнения, описывающие поле в рассматриваемых областях пространства, является двумерное линейное неоднородное уравнение Гельмгольца [19] (в скалярной форме представления):

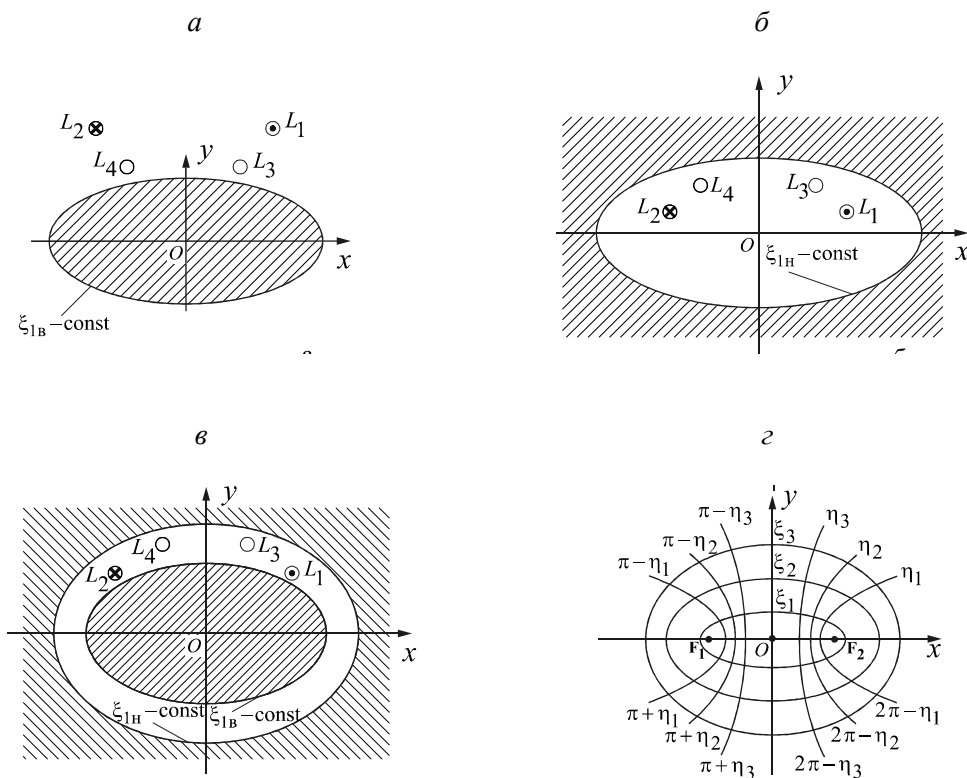


Рис. 1. Схемы, иллюстрирующие расположение первоначальной модели ВТП относительно проводящих тел эллиптического поперечного сечения

$$\frac{1}{f^2(\text{ch}^2\xi - \cos^2\eta)} \left[\frac{\partial^2 \dot{A}}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 \dot{A}}{\partial \eta^2} \right] + \underline{k}^2 \dot{A} = -\mu_0 \dot{J}_{\text{стор}}, \quad (1)$$

где $\varepsilon_\xi = f\sqrt{(\text{ch}\xi - \cos\eta)}$; $\varepsilon_\eta = f\sqrt{(\text{ch}\xi - \cos\eta)}$; $\varepsilon_z = 1$ – единицы локальной длины (коэффициенты Ламе);

$$\underline{k}^2 = -j\omega\mu_a\gamma;$$

j – мнимая единица;

ω – угловая частота тока в проводниках линии;

γ – удельная проводимость среды (для пустоты принимаем $\gamma = 0$);

$\mu_a = \mu\mu_0$ – абсолютная и μ – относительная магнитные проницаемости рассматриваемой области пространства, а также μ_0 – магнитная постоянная;

$2f$ – межфокусное расстояние F_1F_2 ;

\dot{A} – комплекс действующего значения векторного потенциала поля;

$\dot{J}_{\text{стор}}$ – комплекс действующего значения плотности тока в проводниках линии от стороннего источника (сторонняя плотность тока).

Поскольку (в соответствии с принятыми допущениями) уравнение (1) линейное, то для его решения можно использовать принцип суперпозиции [20]. То есть представить его решение в виде суммы решений для отдельных источников поля. При этом частные уравнения входят в (1) уточнением условий среды для области пространства, которое они описывают.

Уравнение, описывающее начальное (первичное) поле линии (в пустоте, в неограниченном пространстве) получим, полагая в (1) $\gamma = 0$ или $|\underline{k}| = 0$. Это есть уравнение Пуассона, в котором определим $\dot{J}_{\text{стор}}$, используя двумерную дельта-функцию Дирака:

$$\frac{1}{f^2(\text{ch}^2\xi - \cos^2\eta)} \left[\frac{\partial^2 \dot{A}_0}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 \dot{A}_0}{\partial \eta^2} \right] = -\mu_0 \dot{J}_{\text{стор.}} = -\mu_0 \dot{I}_{\text{стор.}} \left[\frac{1}{\varepsilon_\xi} \delta(\xi - \xi_1) \frac{1}{\varepsilon_\eta} \delta(\eta - \eta_1) - \frac{1}{\varepsilon_\xi} \delta(\xi - \xi_2) \frac{1}{\varepsilon_\eta} \delta(\eta - \eta_2) \right]$$

или

$$\frac{\partial^2 \dot{A}_0}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 \dot{A}_0}{\partial \eta^2} = -\mu_0 \dot{I}_{\text{стор.}} \delta[(\xi - \xi_1)\delta(\eta - \eta_1) - \delta(\xi - \xi_2)\delta(\eta - \eta_2)], \quad (2)$$

где $\dot{I}_{\text{стор}}$ – ток в проводниках линии от стороннего идеального источника синусоидального тока (имеется в виду комплекс действующего значения этого синусоидального тока) $\dot{I} = (I_m/\sqrt{2})e^{j\psi I}$;

ξ_1, η_1 и ξ_2, η_2 – координаты проводников линии L_1L_2 ;

\dot{A}_0 – комплекс действующего значения векторного потенциала начального поля.

Вторичное поле вне проводящей среды (поле, созданное в пустоте вихревыми токами в проводящей среде), также определит (1), в котором необходимо положить $\gamma = 0$ или $|k| = 0$ (пустота). Кроме этого (1) не должно учитывать действие стороннего источника тока $|\dot{J}_{\text{стор.}}| = 0$. Следовательно, это поле описывает уравнение Лапласа:

$$\frac{\partial^2 \dot{A}_{\text{вн}}}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 \dot{A}_{\text{вн}}}{\partial \eta^2} = 0, \quad (3)$$

где $\dot{A}_{\text{вн}}$ – комплекс действующего значения векторного потенциала вторичного поля вне проводящей среды (вносимый векторный потенциал).

Наконец, в проводящей среде $\gamma \neq 0$ и $|k| \neq 0$, но также $|\dot{J}_{\text{стор.}}| = 0$. В таком случае поле вихревых токов в проводящей среде будет описывать двумерное однородное уравнение Гельмгольца, которое также вытекает из (1):

$$\frac{1}{f^2 (\text{ch}^2 \xi - \cos^2 \eta)} \left[\frac{\partial^2 \dot{A}_{\text{лв}}}{\partial \xi^2} + \frac{\partial^2 \dot{A}_{\text{лв}}}{\partial \eta^2} \right] + \underline{k}^2 \dot{A}_{\text{лв}} = 0, \quad (4)$$

где $\dot{A}_{\text{лв}}$ – комплекс действующего значения векторного потенциала поля в проводящей среде (в цилиндре).

Известны требования к решению подобных задач:

1) оно должно быть периодичным [21]

$$\dot{A}(\xi, \eta) = \dot{A}(\xi, \eta + 2\pi); \quad (5)$$

2) должно удовлетворять теореме единственности решения уравнений Максвелла. В данном случае необходимо, чтобы это решение формально соответствовало граничным условиям внешней задачи электродинамики и, в частности, так называемым условиям излучения (условия Зоммерфельда) [22, 23]:

$$\lim_{\xi \rightarrow \infty} \sqrt{\xi} \frac{\partial \dot{A}}{\partial \xi} = 0; \quad \lim_{\xi \rightarrow \infty} |\dot{A}| = 0;$$

$$\left| \frac{\partial \dot{A}}{\partial \xi} \right|_{\xi \rightarrow 0} < 0; \quad \lim_{\xi \rightarrow 0} |\dot{A}| < \infty. \quad (6)$$

3) решение и его градиент должны отвечать условию непрерывности при пересечении отрезка, соединяющего фокусы F_1 и F_2 эллипса (см. рис. 1з) [24].

$$\lim_{\xi \rightarrow 0} |\dot{A}(\xi, \eta)| = \lim_{\xi \rightarrow 0} |\dot{A}(\xi, 2\pi - \eta)|;$$

$$\lim_{\xi \rightarrow 0} \frac{\partial \dot{A}(\xi, \eta)}{\partial \xi} = \lim_{\xi \rightarrow 0} \frac{\partial \dot{A}(\xi, 2\pi - \eta)}{\partial \xi}; \quad (7)$$

Некоторые решения уравнений (2)–(4) известны. Так в [25], используя метод конечных интегральных преобразований и метод вариации произвольных постоянных (метод Лагранжа), выполнено решение уравнения (2):

$$\dot{A}_0 = \frac{\mu_0 \dot{I}_{\text{стор.}}}{2\pi} \left\{ \begin{array}{l} (\xi_2 - \xi_1), \text{ если } 0 \leq \xi < \xi_1 \text{ и } 0 \leq \xi < \xi_2; \\ (\xi - \xi_1), \text{ если } 0 \leq \xi < \xi_1 \text{ и } 0 \leq \xi_2 < \xi; \\ (\xi_2 - \xi), \text{ если } 0 \leq \xi_1 < \xi \text{ и } 0 \leq \xi < \xi_2; \\ 0, \text{ если } 0 \leq \xi_1 < \xi \text{ и } 0 \leq \xi_2 < \xi. \end{array} \right\} +$$

$$+ \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k} \left[e^{-k|\xi - \xi_1|} \cdot \cos k(\eta - \eta_1) + e^{-k(\xi_1 + \xi)} \cdot \cos k(\eta + \eta_1) - \right.$$

$$\left. - e^{-k|\xi - \xi_2|} \cdot \cos k(\eta - \eta_2) - e^{-k(\xi_2 + \xi)} \cdot \cos k(\eta + \eta_2) \right] \}. \quad (8)$$

Решение уравнения (3) является тривиальным, оно приведено в большом количестве работ. Например, в работе [14] это уравнение решено для $k \geq 1$ (k – собственное число уравнений или постоянная разделения):

$$\dot{A}_{\text{вн1}, k \neq 0}(\xi, \eta) = \sum_{k=1}^{\infty} (-\dot{L}_k \cos k\eta + \dot{E}_k \sin k\eta) e^{-k\xi}, \quad (9)$$

где $\dot{A}_{\text{вн1}}$ – вносимый векторный потенциал поля вихревых токов в сплошном эллиптическом цилиндре, создаваемого вне цилиндра (в пустоте).

Известно решение (3) для $k=0$ [26]. В двумерном случае и для приведенных обозначений оно выглядит:

$$\dot{A}_{\text{вн1}, k=0}(\xi, \eta) = (\dot{E}_0 \xi + \dot{P}_0)(\dot{L}_0 \eta + \dot{D}_0). \quad (10)$$

Во-первых, поскольку выражение (8), описывающее первичное поле, может содержать постоянную составляющую ряда, то в соответствии с принципом суперпозиции существование первого сомножителя в (10) вполне обосновано. Наличие второго сомножителя противоречит условию (5) периодичности поля. Поэтому необходимо положить

$$|\dot{L}_0| = 0.$$

Во-вторых, необходимо формально подчинить функцию первого сомножителя в (10) условиям Зоммерфельда (условию затухания $|\dot{A}|$ на бесконечности). Для этого совершим несложные преобразования первого сомножителя в (10). На постоянные \dot{E}_0 и \dot{P}_0 не накладывалось никаких ограничений, кроме условий (5)–(7). Поэтому можем положить

$$\arg(\dot{E}_0) = \arg(\dot{P}_0) = j\omega t + \psi_e = j\omega t + \psi_p.$$

Далее преобразуем первый сомножитель в (10):

$$(\dot{E}_0 \xi + \dot{P}_0) = -\dot{E}_0 \left(\xi - \frac{\dot{P}_0}{\dot{E}_0} \right) = -\dot{E}_0 (\xi - K_0) = -\dot{E}_0 (\xi - \xi^*).$$

В соответствие с принятым K_0 – это постоянное действительное число.

Его можно представить достаточной величины и условно считать как ξ^* – координату некоторой точки, достаточно удаленной от цилиндра. С увеличением ξ величина $\left| -\dot{E}_0 (\xi - \xi^*) \right|$ уменьшается, обеспечивая к первому сомножителю в (10) требование затухания на достаточном расстоянии (как бы удовлетворению требования условий Зоммерфельда). В результате получим окончательное решение уравнения (3) для данного конкретного случая:

$$\dot{A}_{\text{вн1}}(\xi, \eta) = \frac{\mu_0 \dot{J}_{\text{стоп}}}{2\pi} \left[\sum_{k=1}^{\infty} (-\underline{L}_k \cos k\eta + \underline{E}_k \sin k\eta) e^{-k\xi} - \underline{E}_0 (\xi - \xi^*) \right]. \quad (11)$$

Решение уравнения (4) выполнено в [12] методом разделения переменных (метод Фурье) [27]. В результате разделения получили для (4):

$$\frac{\partial^2 \dot{A}_{\text{1в}}(\eta)}{\partial \eta^2} + (\underline{a} - 2\underline{q} \cos 2\eta) \dot{A}_{\text{1в}}(\eta) = 0; \quad (12)$$

$$\frac{\partial^2 \dot{A}_{\text{1в}}(\xi)}{\partial \xi^2} - (\underline{a} - 2\underline{q} \text{ch} 2\xi) \dot{A}_{\text{1в}}(\xi) = 0, \quad (13)$$

где

$$\underline{a} = b^2 - \frac{1}{2} k^2 f^2; \quad 2\underline{q} = \frac{k^2 f^2}{2}; \quad (14)$$

b – постоянная разделения.

С учетом результатов известных рекомендаций [24] и исследований, проведенных в работе [14], получили совместное решение уравнений (12) и (13)

$$\begin{aligned} \dot{A}_{1B} = \frac{\mu_0 \dot{I}_{\text{стоп}}}{2\pi} \sum_{l=0}^{\infty} \left[\underline{C}_{1B,2l} \text{Ce}_{2l}(\underline{q}_{1B}; \xi) \text{ce}_{2l}(\underline{q}_{1B}; \eta) + \right. \\ \left. + \underline{C}_{1B,2l+1} \text{Ce}_{2l+1}(\underline{q}_{1B}; \xi) \text{ce}_{2l+1}(\underline{q}_{1B}; \eta) + \right. \\ \left. + \underline{E}_{1B,2l+1} \text{Se}_{2l+1}(\underline{q}_{1B}; \xi) \text{se}_{2l+1}(\underline{q}_{1B}; \eta) + \right. \\ \left. + \underline{E}_{1B,2l+2} \text{Se}_{2l+2}(\underline{q}_{1B}; \xi) \text{se}_{2l+2}(\underline{q}_{1B}; \eta) \right], \end{aligned} \quad (15)$$

где $\text{ce}_l(\underline{q}, \eta)$, $\text{se}_l(\underline{q}, \eta)$ – периодические (целого порядка) функции Матье первого рода, соответственно, четная и нечетная, относительно координаты η . Они являются частными периодическими решениями уравнения Матье (12) с периодом 2π $\text{Ce}_l(\underline{q}, \xi)$, $\text{Se}_l(\underline{q}, \xi)$ – первые частные решения модифицированного уравнения Матье (13) (модифицированные функции Матье первого рода). При этом функция $\text{Ce}_l(\underline{q}, \xi)$ соответствует функции $\text{ce}_l(\underline{q}, \eta)$, а функция $\text{Se}_l(\underline{q}, \xi)$ – функции $\text{se}_l(\underline{q}, \eta)$;

$\underline{C}_{1B,2l}$, $\underline{C}_{1B,2l+1}$, $\underline{E}_{1B,2l+1}$, $\underline{E}_{1B,2l+2}$ – постоянные интегрирования.

Итак, в соответствии с принципом суперпозиции, результирующее поле вне проводящей среды (в пустоте) можно описать суммой векторов

$$\dot{A}_d = \dot{A}_0 + \dot{A}_{\text{вн1}}, \quad (16)$$

где \dot{A}_d – векторный потенциал результирующего поля в указанной области пространства.

Граничные условия для таких задач известны [14]

$$\dot{A}_d = \dot{A}_{1B} \quad \text{при } \xi = \xi_{1B}. \quad (17)$$

$$\frac{1}{\mu_0} \frac{\partial \dot{A}_d}{\partial \xi} = \frac{1}{\mu_{a1}} \frac{\partial \dot{A}_{1B}}{\partial \xi} \quad \text{при } \xi = \xi_{1B}. \quad (18)$$

Для определения постоянных интегрирования необходимо, подставив (8), (11) и (15) в (17) и (18), решить полученные граничные уравнения. Однако такой путь известен. Он использует операцию преобразования ортогональных функций $\text{ce}_l(\underline{q}, \eta)$ и $\text{se}_l(\underline{q}, \eta)$ в $\sin(m\eta)$ и $\cos(m\eta)$. Такая операция называется переразложением угловой функции в другом ортонормированном базисе на том же интервале периодичности 2π [14, 24]. В данном случае такой прием приводит к появлению бесконечно большого числа граничных уравнений, в которых основной трудностью является расчет функций Матье,

имеющих параметр \underline{q} – мнимое число (14), $\underline{q} = -jq$. Получение расчетных выражений для выходных характеристик ВТП требует дополнительных, весьма трудоемких исследований [6, 7, 9].

В. Поэтому, учитывая задачу данной работы, перейдем к другой модели. Рассмотрим построение математических выражений для ММ ВТК В (рис. 1б). Модель проводящей среды в данном случае можно представить так же, как полость (каверну) в проводящем полупространстве, имеющую эллиптическое поперечное сечение.

Электромагнитное квазистационарное поле в рассматриваемых областях пространства описывают те же ДУ (2), (3) и (4).

Первичное поле – это поле линии L_1L_2 в неограниченном (свободном) пространстве). Его описывает решение (2), и оно полностью совпадает с выражением (8).

Поле внутри трубы (пустота) описывает решение (3). Оно должно удовлетворять условиям (5)–(7) при $\xi \rightarrow 0$. В результате получаем для $k \geq 1$:

$$\dot{A}_{\text{вн2}, k \neq 0}(\xi, \eta) = \frac{\mu_0 \dot{I}_{\text{стоп.}}}{2\pi} \sum_{k=1}^{\infty} (-\underline{L}_k \cos k\eta + \underline{E}_k \sin k\eta) e^{k\xi}, \quad (19)$$

где $\dot{A}_{\text{вн2}}(\xi, \eta)$ – вносимый векторный потенциал вторичного электромагнитного поля внутри трубы (в пустоте).

Постоянная составляющая решения (3) должна удовлетворять всем условиям (5). Конкретно её модуль должен уменьшаться с уменьшением ξ и должен оставаться аналитической функцией. Учитывая предыдущие рассуждения, её можно включить в ряд (21) в таком виде

$$\dot{A}_{\text{вн2}}(\xi, \eta) = \frac{\mu_0 \dot{I}_{\text{стоп.}}}{2\pi} \left[\sum_{k=1}^{\infty} (-\underline{L}_k \cos k\eta + \underline{E}_k \sin k\eta) e^{k\xi} + \underline{G}_0(\xi + H) \right], \quad (20)$$

где \underline{G}_0 и H – постоянные интегрирования. Причем H – некоторое постоянное действительное положительное число.

Конкретный вид решения (4) в данном случае построен на основе рекомендаций работы [24], учитывающих свойства модифицированных функций Матье. Решение (4) выглядит в виде выражения:

$$\begin{aligned} \dot{A}_{1\text{н}} = & \frac{\mu_0 \dot{I}_{\text{стоп.}}}{2\pi} \sum_{l=0}^{\infty} \left[\underline{D}_{1\text{н}, 2l} \text{Fek}_{2l}(\underline{q}_{1\text{н}}; \xi) ce_{2l}(\underline{q}_{1\text{н}}; \eta) + \right. \\ & + \underline{D}_{1\text{н}, 2l+1} \text{Fek}_{2l+1}(\underline{q}_{1\text{н}}; \xi) ce_{2l+1}(\underline{q}_{1\text{н}}; \eta) + \\ & + \underline{F}_{1\text{н}, 2l+1} \text{Gek}_{2l+1}(\underline{q}_{1\text{н}}; \xi) se_{2l+1}(\underline{q}_{1\text{н}}; \eta) + \\ & \left. + \underline{F}_{1\text{н}, 2l+2} \text{Gek}_{2l+2}(\underline{q}_{1\text{н}}; \xi) se_{2l+2}(\underline{q}_{1\text{н}}; \eta) \right], \quad (21) \end{aligned}$$

где $\text{Fek}_l(\underline{q}; \xi)$, $\text{Gek}_l(\underline{q}; \xi)$ – вторые частные решения модифицированного уравнения Матье (13) (модифицированные функции Матье второго рода). При этом функция $\text{Fek}_l(\underline{q}, \xi)$ соответствует функции $ce_l(\underline{q}, \eta)$, а функция $\text{Gek}_l(\underline{q}; \xi)$ – функции $se_l(\underline{q}, \eta)$;

$\underline{D}_{1n,2l}, \underline{D}_{1n,2l+1}, \underline{E}_{1n,2l+1}, \underline{E}_{1n,2l+2}$ – постоянные интегрирования;

\dot{A}_{1n} – векторный потенциал поля в материале проводящей трубы.

Итак в п. В получены исходные выражения, которые с точностью до постоянных интегрирования описывают поле вектора \dot{A} в областях рассматриваемого пространства.

С. Рассмотрим построение математических выражений для ММ ВТК С (рис. 1в). Поскольку модель проводящей среды состоит из двух отдельных областей, то сохраним для каждой из них прежний индекс обозначения.

Первичное поле вектора \dot{A}_0 описывает то же выражение (8). Вторичное поле вектора должно учитывать принцип суперпозиции

$$\dot{A}_{\text{вн}} = \dot{A}_{\text{вн}1} + \dot{A}_{\text{вн}2} \quad \text{и} \quad \dot{A}_d = \dot{A}_0 + \dot{A}_{\text{вн}}. \quad (22)$$

Используя рекомендации работы [14] и учитывая полученные выражения (11), а также (20), поле вектора $\dot{A}_{\text{вн}}$ можно представить в виде формулы (для модуля $\dot{A}_{\text{вн}}$):

$$\dot{A}_{\text{вн}} = \frac{\mu_0 \dot{I}_{\text{стоп}}}{2\pi} \left\{ \left[\sum_{k=1}^{\infty} (-\underline{L}_k \cos kv + \underline{E}_k \sin kv) (\underline{C}_k e^{-ku} + \underline{D}_k e^{ku}) \right] + (\underline{E}_0 \xi + \underline{P}_0) \right\}. \quad (23)$$

Наконец, поля в проводящих средах описывают выражения для вектора $\dot{A}_{1в}$ (15) и $\dot{A}_{1н}$ (21).

Общая цель серии последующих работ, используя полученные выражения (8), (11), (15), (20), (21), (23) и граничные условия (18) и (19), – упростить систему граничных уравнений и облегчить определение постоянных интегрирования.

В заключение приведем соотношения, описывающие указанные поля с помощью других векторов:

$$\dot{B}_{\xi i} = \text{rot}_{\xi} \dot{A}_i; \quad \dot{B}_{\eta i} = \text{rot}_{\eta} \dot{A}_i$$

$$\dot{H}_{\xi i} = \frac{\dot{B}_{\xi i}}{\mu_{ai}}; \quad \dot{H}_{\eta i} = \frac{\dot{B}_{\eta i}}{\mu_{ai}};$$

$$\dot{\vec{E}}_i = \dot{\vec{E}}_{zi} = -j\omega \dot{\vec{A}}_i; \quad \dot{\vec{D}}_i = \varepsilon_0 \varepsilon_i \dot{\vec{E}}_i,$$

где $\dot{B}_{\xi i}; \dot{B}_{\eta i}$ – ξ -я и η -я составляющие вектора магнитной индукции поля в i -й области пространства;

$\dot{H}_{\xi i}; \dot{H}_{\eta i}$ – ξ -я и η -я составляющие вектора напряженности магнитного поля в i -й области пространства;

$\dot{E}_i = \dot{E}_{zi}$ и \dot{D}_i – составляющие векторов напряженности электрического поля и электрической индукции в тех же областях. Причем

$$i \in \left\{ \begin{array}{c} 0 \\ d \\ \text{вн1} \\ \text{вн2} \\ \text{вн} \\ 1\text{н} \\ 1\text{в} \end{array} \right\}.$$

Таким образом, в данной работе, используя и уточняя известные результаты решений, построены выражения, описывающие с точностью до постоянных интегрирования квазистационарное монохроматическое электромагнитное поле в каждой рассматриваемой области пространства для ММ ВТК вариантов А, В и С. Они являются базовой основой для дальнейшего построения ММ ВТК проводящих линейно-протяженных сред с эллиптической формой сечения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Неразрушающий контроль и диагностика: Справочник / В. В. Клюев, Ф. Р. Соснин, А. В. Ковалев и др.; Под ред. В. В. Клюева. М.: Машиностроение, 2003. 656 с.
2. *Норенков И. П.* Основы автоматизированного проектирования: Учебник для вузов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002. 336 с.
3. *Соломенцев Е. Д., Терехов Ю. Н.* Ферромагнитный эллиптический цилиндр в продольном переменном магнитном поле. В сб.: «Методы и аппаратура для исследования магнитных материалов» // Труды МЭИ. 1971. Вып. 79. С. 147–158.
4. *Терехов Ю. Н.* Контроль эллиптического ферромагнитного цилиндра методом вихревых токов. В сб.: «Методы и аппаратура для испытания ферромагнитных материалов» // Труды МЭИ. 1972. Вып. 152. С. 134–138.
5. *Терехов Ю. Н.* Биметаллический эллиптический цилиндр в продольном магнитном поле. В сб.: «Методы и аппаратура для испытания ферромагнитных материалов» // Труды МЭИ. 1972. Вып. 152. С. 139–144.

6. *Гладущак Е. И., Терехов Ю. Н.* Исследование зависимостей собственных чисел уравнения Матъе от параметра $\pm jq$. В сб.: «Методы и аппаратура для испытания ферромагнитных материалов» // Труды МЭИ. 1972. Вып. 152. С. 144–149.
7. *Терехов Ю. Н.* Вычисление характеристических чисел уравнения Матъе. В сб.: «Методы и аппаратура для испытания ферромагнитных материалов» // Труды МЭИ. 1974. Вып. 169. С. 134–143.
8. Неразрушающий контроль качества изделий электромагнитными методами / В. Г. Герасимов, Ю. А. Останин, А. Д. Покровский и др. М.: Энергия, 1978. 216 с.
9. *Терехов Ю. Н.* Улучшение сходимости вычислений собственных значений уравнения Матъе с мнимым параметром. В сб.: Электрофизические методы и аппаратура для неразрушающего контроля качества // Труды МЭИ. 1981. Вып. 538. С. 19–25.
10. Методы и приборы электромагнитного контроля промышленных изделий / В. Г. Герасимов, В. В. Клюев, В. Е. Шатерников. М.: Энергоатомиздат, 1983. 272 с.
11. Герасимов В. Г., *Клюев В. В., Шатерников В. Е.* Методы и приборы электромагнитного контроля / Под ред. В. Е. Шатерникова. М.: Изд. дом «Спектр», 2010. 256 с.
12. *Степанов А. Л.* Математическая модель взаимодействия двухпроводной линии с переменным током и проводящих цилиндрических тел эллиптического сечения // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2004, Приложение № 9. С. 41–51.
13. *Степанов А. Л.* Математические основы САПР вихретоковых линейно-протяженных преобразователей для контроля цилиндрических металлоизделий эллиптического поперечного сечения // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Технические науки. 2004. Приложение № 9. С. 51–60.
14. *Степанов А. Л.* Математические модели неразрушающего вихретокового контроля многослойных сред (депонированная монография). Деп. в ВИНТИ 07.12.2017. № 148-В2017. 279 с.
15. *Нейман Л. Р., Демирчан К. С.* Теоретические основы электротехники. Т. 1. М.: Энергоатомиздат, 1981. 536 с.
16. *Степанов А. Л., Дорош Н. В.* Математическая модель вихретокового преобразователя. Решение отдельных задач // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2017. № 1 (53). С. 146–152.
17. *Тамм И. Е.* Основы теории электричества. М.: Наука, 1976. 616 с.
18. *Бермант А. Ф.* Отображения. Криволинейные координаты. Преобразования. Формулы Грина. М.: Физматгиз, 1958. 308 с.
19. *Дедегкаев А. Г., Степанов А. Л.* Ориентированная для САПР универсальная математическая модель вихретокового контроля цилиндрических сред. Постановка задачи построения математической модели // Труды СКГМИ (ГТУ). Владикавказ, 2015. Вып. 22. С. 9–16.
20. *Савельев И. В.* Курс общей физики. Т. 2. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. М.: Наука, 1982. 796 с.
21. *Бессонов Л. А.* Теоретические основы электротехники: Электромагнитное поле. Учебник для студентов вузов. М.: Высш. шк., 1978. 231 с.

22. *Марков Г. Т., Петров Б. М., Грудинская Г. П.* Электродинамика и распространение радиоволн. М.: Советское радио, 1979. 376 с.
23. *Иванов Е. А.* Дифракция электромагнитных волн на двух телах. Минск: Наука и техника, 1968. 584 с.
24. *Мак-Лахлан Н. В.* Теория и приложения функций Матье. М.: Иностран. лит-ра, 1953. 476 с.
25. *Степанов А. Л.* Построение математических моделей вихретокового контроля линейно-протяженных цилиндрических сред. Часть 1. Двухпроводная линия в неограниченном пространстве. Деп. в ВИНТИ РАН 26.12.2016. № 169–В2016.
26. *Корн Г., Корн Т.* Справочник по математике для научных работников и инженеров. М.: Наука, 1974. 832 с.
27. *Кошляков Н. С., Глинер Э. Б., Смирнов М. М.* Уравнения в частных производных математической физики. М.: Высш. шк., 1970. 712 с.



УДК 621.383.8

*Д-р техн. наук, профессор ГОНЧАРОВ И. Н.,
студент ЖУКОВ А. В.*

**ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ КОЭФФИЦИЕНТА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
У МНОГОКАМЕРНЫХ ЭЛЕКТРОННО-ОПТИЧЕСКИХ
ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ**

Данная работа посвящена решению проблемы повышения коэффициента преобразования двухкамерного электронно-оптического преобразователя (ЭОП). Приведено исследование влияния технологии вакуумной обработки на основные параметры ЭОП. Предложен оптимальный температурно-временной режим для получения заданных характеристик. Показаны результаты исследования и способы повышения процента выхода годных приборов.

Ключевые слова: электронно-оптический преобразователь, коэффициент преобразования, интегральная чувствительность.

I. N. Goncharov, A. V. Zhukov

**INCREASE OF CONVERSION FACTOR LEVEL IN MULTI-CAMERA
ELECTRON-OPTICAL CONVERTERS (EOS)**

This work is devoted to the problem of increasing the conversion factor of a two-chamber electron optical Converter (EOP). The study of the effect of vacuum treatment technology on the main parameters of EOP is presented. The optimal temperature-time mode for obtaining the given characteristics is proposed. The results of the study and ways to increase the percentage of the output of suitable methods are shown.

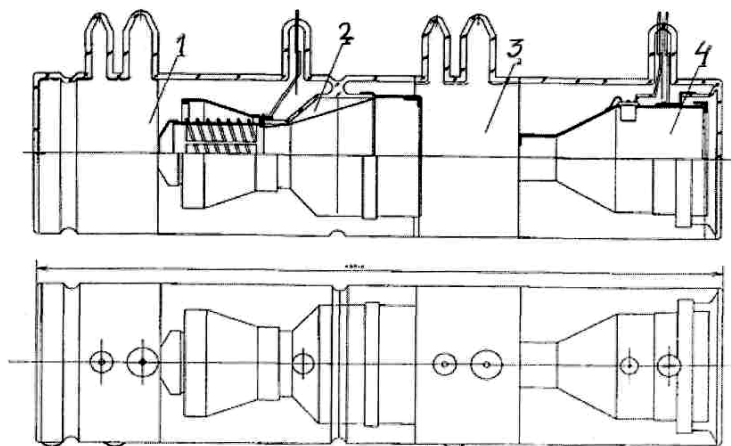
Keywords: electron-optical converter, conversion factor, integral sensitivity.

Задачи, решаемые с помощью электронно-оптических преобразователей, достаточно разнообразны, например: преобразование спектрального диапазона, сверхбыстрая регистрация изображения и усиление яркости. Они находят широкое применение в различных областях деятельности. В этой работе приведены результаты исследования влияния технологии вакуумной обработки на коэффициент преобразования η двухкамерного ЭОП. Актуальность данной работы заключается в том, что коэффициент преобразования η является одной из важных характеристик прибора, определяет яркость его свечения и прямым образом влияет на дальность действия прибора ночного видения.

В последнее время при производстве ЭОП было зафиксировано снижение значения коэффициента преобразования. В связи с этим были проведены

мероприятия по выявлению причин и их разрешению, а также поиску новых возможностей для поднятия значения коэффициента преобразования.

На рисунке представлен чертеж ЭОП ЭП-6. Он состоит из катодной колбы 1, анодного узла 2, камеры перехода 3 и экранного стакана 4.



Электронно-оптический преобразователь ЭП-6

Уравнение, отражающее усилительную способность ЭОП выглядит следующим образом:

$$\eta = \pi \cdot \varphi_{\Sigma} \cdot \gamma \cdot U_{\text{экр}} / \Gamma_{\text{эо}}^2, \quad (1)$$

где φ_{Σ} – интегральная чувствительность фотокатода, мкА/лм;

γ – светоотдача экрана кд/Вт;

$U_{\text{экр}}$ – ускоряющее напряжение, В;

$\Gamma_{\text{эо}}$ – электронно-оптическое увеличение ЭОС.

Очевидно, что в случае с двухкамерным ЭОП, необходимо суммарно учитывать каждый из соответствующих факторов, присутствующих в (1) и характерных для обеих камер изделия.

Технология вакуумной обработки позволяет варьировать показания интегральной чувствительности входного и промежуточного фотокатода (φ_{Σ}), тем самым получать необходимые характеристики прибора.

Сама процедура включает в себя предварительный ночной прогрев при температуре ~ 360 °С в течение 8 часов. Далее следует распыление сурьмы и последовательная, многочасовая обработка ее в парах металлов Na – K – Cs, варьируя температуру в пределах от 160 до 285 °С.

Широко варьируемыми факторами в случае серийного производства ЭОП могут являться φ_{Σ} и γ . В данном материале речь пойдет о влиянии в текущем производстве специализированного предприятия на суммарное значение η величины γ промежуточного экрана, т. е. яркостной характеристики экрана первой камеры синего свечения и значения φ_{Σ} второго фотокатода.

Особое внимание было уделено проведению вакуумной обработки, осуществляемой несколькими операторами. Необходимо отметить, что при

имеющейся определенной технологии формирования фотокатода работники допускают весьма незначительные отклонения температурно-временного режима, обусловленные в значительной степени особенностями работы откачного оборудования.

Наблюдения за результатами работы оператора № 5 показали, что изготавливаемые ею изделия обладают сравнительно высокими значениями: интегральная чувствительность входного фотокатода – φ_{Σ} среднее ≈ 200 мкА/лм (величина официально контролируется), удовлетворительная эффективность промежуточного фотокатода при его оптическом возбуждении через окошко в фокусирующем электроде второй камеры на отражение (данный технологический контроль регулярно осуществляется на участке ВО). При этом известно, что начальный уровень светоотдачи обоих экранов, как показывает регулярный контроль на ПРСЭЛ, удовлетворителен. При этом среднее значение коэффициента преобразования изделий, обработанных оператором № 5, – низкое ($\approx 10\ 000$), нередко встречаются приборы с весьма низким значением η (до 4000–6000) даже на фоне других менее успешных (в плане эффективности получаемых фотокатодов) операторов.

Для разбора причин брака по η в данном случае особое внимание было обращено на состояние экранов обеих камер, возможно изменяющееся в ходе вакуумной обработки. Регулярное вскрытие изделий показало, что значительной деградации в ходе данной технологической операции, выполняемой оператором № 5, подвергается именно промежуточный экран. Он терял свой внешний вид, становился серым при наблюдении со стороны слюдяной подложки, его светоотдача при последующем контроле ультрафиолетовой лампой снижалась более чем на 50 % относительно исходной.

Очевидно, что данный экран мог испытать негативное воздействие высокой температуры предварительного ночного прогрева в составе изделия в вакууме (до 360 °С), либо излишне вредное воздействие паров щелочных металлов при повышенной температуре в процессе формирования фотокатода в первой камере. Дальнейшие исследования показали, что деградация экрана происходит именно при обработке изделия металлами и впервые может наблюдаться визуально в окошке фокусирующего электрода второй камеры на этапе после окончания изготовления первого катода, перед процедурой распыления хрома и сурьмы на подложку катода 2.

Известно, что формирование входного катода – довольно длительный процесс (более 4 часов), он состоит из нескольких этапов. При этом производится последовательная обработка образующегося катода в парах щелочных металлов при температуре, достигающей 290 °С. Для предохранения от поражения экрана 1 парами щелочных металлов, в первой камере ЭОП предусмотрена защита в виде кольца с ситаллоцементом. Однако в рассматриваемом случае она, возможно, малоэффективна.

Дальнейшая работа была направлена на поиск конкретного этапа вакуумной обработки фотокатода 1, неприемлемого для промежуточного экрана. Необходимо было найти его и внести изменение в данный процесс, таким образом, чтобы он практически не нарушался и позволял по-прежнему получать фотокатоды с высоким уровнем интегральной и спектральной чувствительностей. Таким образом, вторая цель заключалась в том, чтобы не потерять достигнутый оператором № 5 относительно высокий уровень по φ .

Экспертный анализ показал, что следует подвергнуть изменению этап обработки катода в парах Na, в частности, сократить его на 10 минут (до 1 часа 30 минут) и снизить температуру в печи на 10 °С (до 280 °С). Выбранные отклонения, щадящие экран, незначительны, т. к. важно при этом «не потерять катод».

На первом этапе было произведено сокращение лишь времени обработки. Уровень чувствительности при этом практически не изменился, значение η удалось незначительно поднять (на 7 %).

Произведенное в последующем снижение температуры обработки катода в парах Na на 10 °С позволило добиться серьезных положительных результатов по η при незначительных потерях по уровню спектральной (красной) чувствительности. Результаты приведены в таблице.

Все три значения η значительны для оператора № 5, а в третьем случае достигнут весьма выдающийся результат. Однако здесь же допущено заметное снижение значения и чувствительности фотокатода (до 0,7). Поэтому было принято решение несколько вернуть (поднять на 5 °С) температуру обработки катода в парах Na и повести её в следующем режиме: время – 1 час 30 минут, температура – 285 °С. Работа в данном направлении продолжается.

Результаты эксперимента

№ прибора	Интегральная чувствительность, мкА/лм	Спектральная чувствительность, мкА/лм	Инфракрасная чувствительность, мкА/лм	Коэффициент преобразования
7167	197	101	1,6	18 000
7185	193	95	1,5	17 000
7201	201	104	1,3	19 500
0452	195	96	1,1	24 000
0461	246	102	0,7	38 000
0475	215	99	1,1	25 000
0481	186	90	1,2	20 000
0501	199	103	1,1	21 500
0507	223	110	0,9	22 000

Анализ изделий с низким η , производимых оператором № 7, показал, что для них характерен несколько довольно плотный слой сурьмы (до 90 % прозрачности, оцениваемой фотоэлементом), нанесенный на подложку промежуточного фотокатода, одновременно являющуюся выходным окном экрана. Данное обстоятельство было установлено при вскрытии изделия, на подложке наблюдалось плотное, практически зеркальное металлическое покрытие. Очевидно, что плотный слой хрома задерживает оптическое излучение, генерируемое промежуточным экраном и необходимое для возбуждения второго фотокатода. При этом установлено также, что промежуточный экран не был проработан щелочными металлами, как в рассмотренном ранее случае, а промежуточный фотокатод эффективен на отражение. Оператору № 7 дано указание по возможности сократить плотность слоя распыляемого ею хрома, однако при этом необходимо не допустить преодоления минимума толщины, что может сказаться на полноценности электрического питания данного ка-

тода. Данное обстоятельство может проявиться в браке «Сворачивание изображения». Работа с оператором № 7 продолжается.

Изделия оператора № 1, характеризующиеся низким η , также анализируются. Установлено, что в её изделиях промежуточные экраны практически не проработаны щелочными металлами, следовательно, она ведёт обработку первой камеры в щадящем для экрана режиме. Толщина слоя хрома невелика, что можно увидеть при вскрытии прибора. Контроль эффективности промежуточного фотокатода на отражение показал, что он неудовлетворителен. Для достижения роста его интегральной чувствительности было предложено несколько увеличить толщину слоя сурьмы, что придаст кристаллической структуре катода большую основательность. Получены первые результаты данной работы, показывающие правильность выбранного пути, изготовлено изделие с более эффективным фотокатодом. Следует отметить, что изделия оператора № 1 отличаются относительно низкими значениями интегральной чувствительности входного катода (φ_{Σ} среднее ≈ 160 мкА/лм). Данное обстоятельство, в соответствии с (1), также заметно снижает значение η . Для повышения φ_{Σ} первого катода проводится работа по оптимизации проведения его обработки в парах калия. В частности, предложено сократить время обработки. При этом необходимо держать баланс, поскольку параллельно может быть произвольно понижена спектральная (красная) чувствительность. Значительное её сокращение недопустимо. Работа в данном направлении продолжается, получен первый положительный результат.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Грузевич Ю. К.* Оптико-электронные приборы ночного видения. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. 276 с.
2. *Воробьев М. Д.* Полупроводниковая и вакуумная электроника: Учебное пособие. М.: Изд. дом МЭИ, 2010. 168 с.
3. *Берковский А. Г., Гаванин В. А., Зайдель И. Н.* Вакуумные фотоэлектронные приборы. М.: Радио и связь, 1999. 272 с.
4. *Соколов С. В., Титов Е. В.* Электроника: Учебное пособие для вузов. М.: Горячая линия-Телеком, 2013.
5. *Гончаров И. Н., Жуков А. В., Малдзигати А. И., Еманова Ю. С. Пицхелаури Д. З.* Многощелочные фотокатоды для электронно-оптических преобразователей // Микро- и нанотехнологии в электронике. Материалы IX Международной научно-технической конференции. Нальчик: Каб.-Балк. ун-т., 2017. С. 404.
6. *Жуков А. В., Гончаров И. Н.* Повышение эффективности проведения операции «Вакуумная обработка» в серийном производстве электронно-оптических преобразователей // Научно-техническая конференция обучающихся и молодых ученых СКГМИ (ГТУ) «НТК-2017». Изд-во «Терек», 2017. С. 113.



*Д-р техн. наук, профессор ГОНЧАРОВ И. Н.,
студент МИЛОСТИВЫЙ А. Р.,
канд. пед наук, доцент ТЕБИЕВА С. А.,
канд. техн. наук, доцент ФЕТИСЕНКО К. И.,
канд. техн. наук, доцент МЕРКУШЕВ Д. В.*

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Представлены основные характеристики электролюминесцентных панелей, используемых в качестве источников света обычного и декоративного применения, на основании которых предлагаются структурная и принципиальная схемы преобразователя напряжения с регулируемыми характеристиками. Схема преобразователя работает от сети однофазного переменного напряжения 220 В, 50 Гц или автономного li-ion аккумулятора с ресурсом автономной работы 8 часов.

Ключевые слова: *электролюминесцентная панель, преобразователь, структурная и принципиальная схема, инвертор.*

I. N. Goncharov, A. R. Milostivyy, S. A. Tebiyeva, K. I. Fetisenko, D. V. Merkushev

TENSION CONVERTER FOR ELECTROLUMINESCENT PANELS

The main characteristics of the electroluminescent panels used as light sources of routine and decorative application on the basis of which structural and schematic schemes of the converter of tension with adjustable characteristics are offered are submitted. The scheme of the converter works from network of uniphase alternating stress 220V, 50 Hz or independent li-ion of the accumulator with a resource of independent work of 8 clocks.

Keywords: *electroluminescent panel, converter, structural and schematic schemes, inverter.*

1. Электролюминесцентные панели



Рис. 1. Белая светоизлучающая панель

Электролюминесцентная панель – это современный, высокоэкономичный источник равномерного оптического излучения большой площади, способный генерировать световую энергию различной длины волны. Данное изделие, иногда называемое светобумагой, представлено на рис. 1 и предназначено для подсветки панелей приборов различной стационарной и передвижной техники; сигнального и аварийного освещения, работающего непрерывно в

течение очень длительного времени; для рекламных целей с богатыми композиционными возможностями, для оформления зрелищных мероприятий.

Электролюминесцентная панель может быть применена для подсветки изображения, нанесенного на прозрачную пленку. В итоге получается картинка, по качеству и яркости неотличимая от изображения на мониторе.

ЭЛП принадлежат к классу твердотельных источников оптического излучения, у которых процент преобразования потребляемой энергии в свет достигает 80 %. Среди достоинств панелей следует также отметить простоту конструкции и малую её толщину, возможность легко изменять размеры и форму, весьма малую потребляемую мощность, хорошую виброустойчивость и защиту от влаги, высокую устойчивость к порезам и проколам.

Светящаяся панель состоит из нескольких слоев, выполняющих различные функции, рис. 2. Фактически конструкция электролюминесцентной панели – это конденсатор с двумя проводящими поверхностями 2 и 5, между которыми размещаются светоиспускающий слой люминофора, чаще всего цинксulfидного с различными активаторами, в связующем веществе 3 и диэлектрический слой 4. Лавсановая пленка 1 предохраняет устройство от внешних негативных факторов.

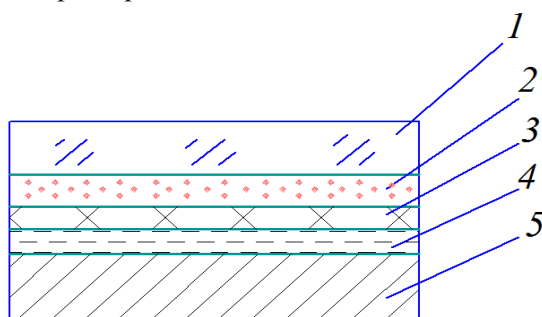


Рис. 2. Конструкция ЭЛП:

- 1 – лавсановая пленка; 2 – прозрачный проводящий слой (ITO);
3 – люминесцентный слой; 4 – диэлектрический слой;
5 – непрозрачный электрод (Al)

Светобумага начинает светиться, когда к двум проводящим слоям подают переменное напряжение, и начинает проявляться процесс электролюминесценции. В тот момент, когда прикладывается напряжение к проводящим областям, возникает электрическое поле, пронизывающее слои люминофора и диэлектрика. Оно вызывает образование в кристаллах порошкообразного люминофора большое количество разноименных носителей заряда и их последующую рекомбинацию с излучением.

Для усиления концентрации напряженности электрического поля непосредственно на кристаллах люминофора используют связующее вещество, которое тщательно размешивают с люминофором и получившуюся суспензию наносят на проводящий слой 2. В качестве диэлектрического связующего используют такие органические вязкие жидкости, как синтезированный каучук, фенолформальдегидную смолу, цианэтиловый эфир поливинилового спирта. Одно из важных требований к этим веществам заключается в том, что они должны обладать высокой относительной диэлектрической проницаемостью

ε , которая в среднем достигает 7–10. Из сказанного понятно, что кристаллы электролюминофора напрямую не соприкасаются с электродами, они излучают, как бы находясь в диэлектрических капсулах. Такой вид электролюминесценции порошкообразных люминофоров называют эффектом Дестрио [2].

Для вывода генерируемого излучения один из проводящих электродов должен быть прозрачным (см. поз. 2 на рис. 2). Его изготавливают путем равномерного распыления и последующей сушки на лавсановой пленке электропроводящей суспензии, включающей оксиды олова и индия. В завершение электролюминесцентная панель с одной или двух сторон герметично покрывается защитной пленкой с использованием ламинатора, и поэтому она не боится пыли и влаги [1].

2. Схема замещения и характеристики электролюминесцентной панели

Схема замещения электролюминесцентной панели представляет собой параллельное соединения реактивной емкости и активного сопротивления. Причем величины активной и реактивной составляющих зависят от амплитуды и частоты возбуждающего напряжения, т. е. схема замещения панели нелинейна [3].

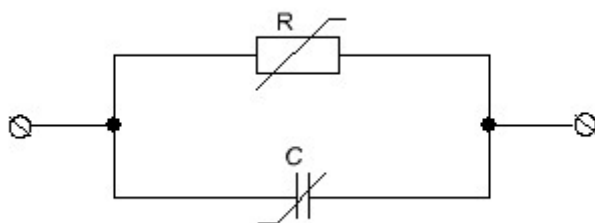


Рис. 3. Электрическая схема замещения электролюминесцентной панели

Среди важнейших параметров электролюминесцентной панели следует прежде всего отметить яркость свечения, потребляемую мощность и долговечность её функционирования. Именно эти характеристики определяют конкурентоспособность ЭЛП.

Яркость свечения L одной и той же панели разная при разных режимах эксплуатации, т. е. при различном напряжении питания и его частоте. Она может составлять до 30–40 кд/м² при сетевом подключении ($U = 220$ В, $f = 50$ Гц) и достигать 1000 кд/м² и больше при более высоких значениях амплитуды и частоты переменного сигнала. В ходе выполнения данной работы соответствующие эксперименты были проведены.

Значение L можно определить как величину, равную отношению силы света к площади светящейся поверхности (кд/м²). Сила света – это излучаемый панелью световой поток, приходящийся на единицу телесного угла в направлении, перпендикулярном плоскости излучающей поверхности (кд).

Следует подробнее остановиться на понятии физической величины «кандела», встречающейся во многих световых характеристиках. Одна кандела – это сила света источника, излучающего световой поток в 1 люмен (лм) в телесном угле в 1 стерадиан (ср). Примерно такую силу света имеет обычная стеариновая свеча.

Характеристики электролюминесцентной панели:

- Потребляемая электрическая мощность ЭЛП очень мала и составляет порядка $25\text{--}30 \text{ Вт/м}^2$ ($\approx 0,003 \text{ Вт/см}^2$);
- Оптимальное рабочее напряжение $\approx 160 \text{ В}$;
- Оптимальная рабочая частота $800\text{--}1000 \text{ Гц}$;
- Неравномерность яркости свечения не более 5% ;
- Толщина панели до $1,5 \text{ мм}$;
- Максимальные размеры $100 \times 200 \text{ см}$;
- Температура эксплуатации $-35 \dots +70 \text{ }^\circ\text{C}$;
- Срок службы не менее 5000 ч . За долговечность панели принимают тот срок эксплуатации, при котором яркость его свечения уменьшается не более чем в 2 раза.

На основе электрической схемы замещения электролюминесцентной панели была предложена структурная схема преобразователя напряжения.

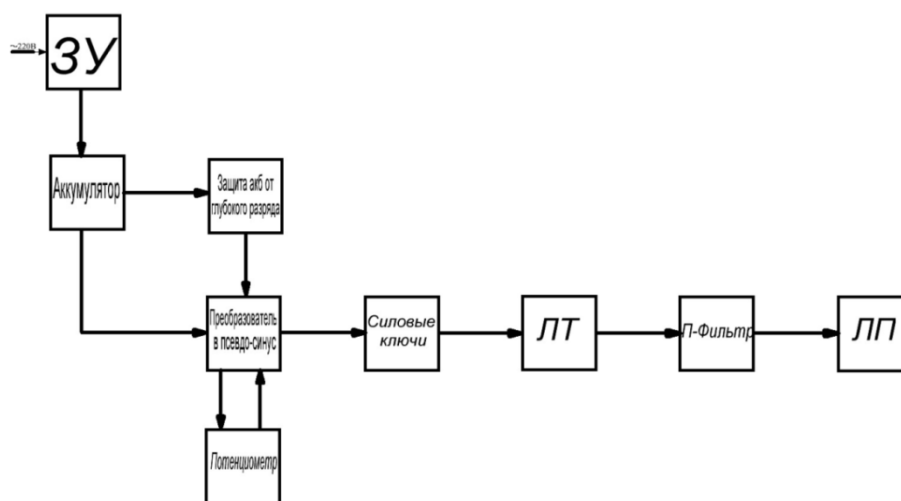
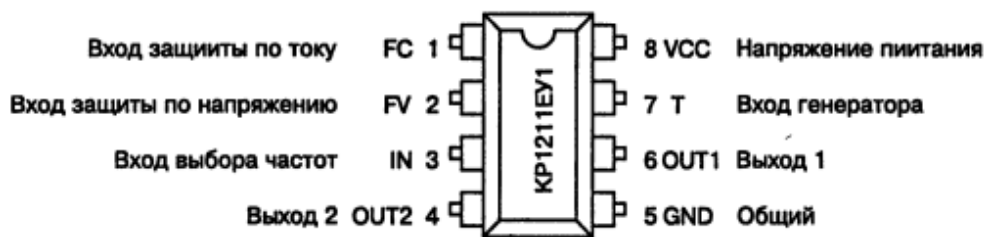


Рис. 4. Структурная электрическая схема преобразователя напряжения (инвертора)

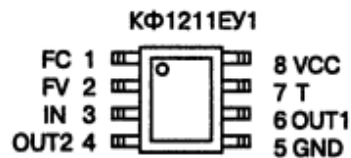
Здесь (ЗУ) – зарядное устройство, далее располагаются аккумулятор, защита аккумулятора от глубокого разряда, преобразователь в псевдо-синус, потенциометр, силовые ключи, (ЛТ) – линейный трансформатор, П-фильтр и (ЛП) – люминесцентная (светоизлучающая) панель.

3. Выбор элементов для преобразователя (инвертора)

В преобразователе была использована специализированная микросхема КР1211ЕУ1. Микросхема КР1211ЕУ1 – это сам по себе уже готовый генератор с двумя выходами: прямым и инверсным, – и она не требует много компонентов для создания генератора. Микросхема довольно мощна для управления полевыми транзисторами без предварительного усилительного драйвера. Частотозадающая цепочка R1 – C1 отвечает за частоту генерации, R2 – C2 необходимы для надежного и плавного запуска генератора. Питание микросхемы КР1211ЕУ1 8–12 вольт.



Пластмассовый корпус типа DIP-8



Пластмассовый корпус типа SOP-8

Рис. 5. Микросхема KP1211EY1

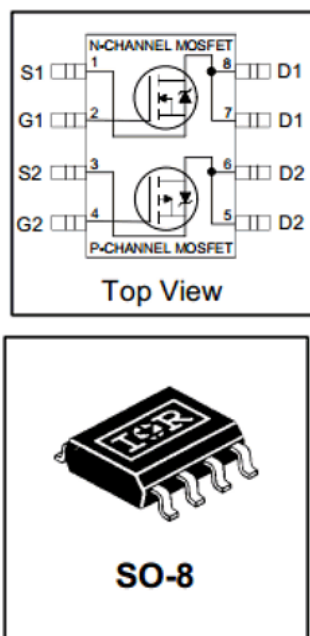


Рис. 6. Транзисторная сборка IRF7309

В составе преобразователя используются полевые транзисторы MOSFET *IRF7309* *N*- и *P*-типа проводимости. Рассеиваемая мощность (P_d) 1,4 Вт. Допустимое напряжения канала «сток – исток» (U_{ds}) – 30 В. Допустимое напряжение затвор – исток (U_{gs}): 20В. Максимальный допустимый постоянный ток стока (I_d): 4 А. Сопротивление канала «сток – исток» открытого транзистора (R_{ds}): 0,05Ом. Тип корпуса: SO8.

На основании структурной схемы была предложена примерная принципиальная электрическая схема преобразователя для электролюминесцентной панели.

Питание преобразователя осуществляется от сети 220 В 50 Гц через специальный адаптер или от аккумулятора. На микросхему KP1211EY1 от аккумулятора подается напряжение в 12 вольт. Защищает аккумулятор микросхема DA1 и резистивный делитель R2–R3, при срабатывании их включается светодиод HL1. Как только напряжение аккумулятора падает до 8,8 В, система срабатывает и отключает аккумуля-

лятор. Частотоподающая цепочка R4–C1 задает частоту генерации импульсов, при этом резистор R4 является переменным потенциометром для изменения частоты на выходах Q1 и Q2. После импульсы поступают на силовые ключи, которые преобразуют их в модифицированную синусоиду. Линейный трансформатор служит для увеличения уровня напряжения до 100–160 вольт

с частотой от 800 до 1000 Гц. *Л*-фильтр улучшает форму сигнала, который питает электролюминесцентную панель.

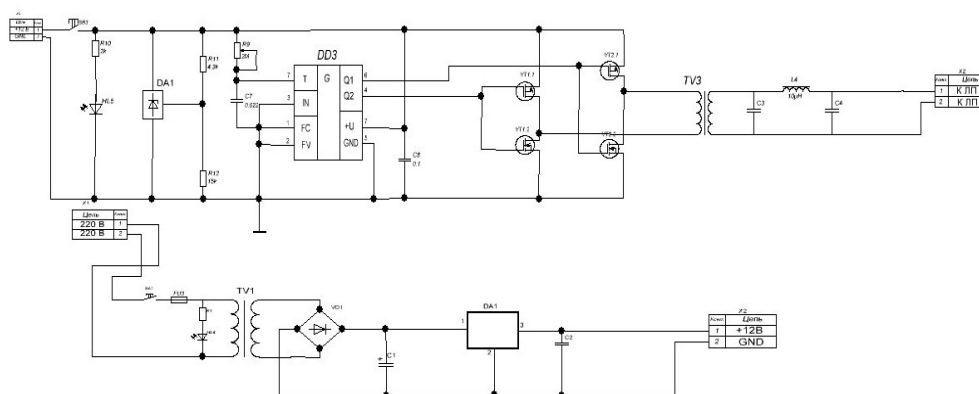


Рис. 7. Примерная принципиальная электрическая схема преобразователя для электролюминесцентной панели

Использование такой структурной схемы преобразователя напряжения позволило: существенно уменьшить уровень акустического шума, снизить массу и габариты схемы и значительно уменьшить стоимость самого изделия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гончаров И. Н, Козырев Е. Н., Аскеров Р. О. Малдзигати А. И. Исследование и повышения долговечности излучения электролюминесцентных панелей // Радиотехника и электроника. Оптоэлектроника. 2016. Т. 61. № 1. С. 89–92.
2. Казанкин О. И. Прикладная электролюминесценция / О. И. Казанкин, И. Я. Лямичев, Ф. В. Соркин; под ред. М. В. Фока. М.: Советское Радио, 1974. 414 с.
3. Деркач В. П., Корсунский В. М. Электролюминесцентные устройства. Киев: Наукова думка, 1968. 302 с.
4. Милостивый А. Р., Тебиева С. А., Фетисенко К. И. Проектирование и практическая реализация преобразователя напряжения для электролюминесцентных панелей // Проблемы науки. 2018. 6 (30). С. 11–15.
5. Титце У., Шенк К. Полупроводниковая схемотехника: Справочное руководство / Пер. с нем. М.: Мир, 1982. 512 с.



*Д-р техн. наук, профессор ДМИТРАК Ю. В.,
д-р техн. наук, профессор ХМАРА В. В.,
канд. техн. наук, доцент КАБЫШЕВ А. М.,
канд. техн. наук, доцент МАСЛАКОВ М. П.,
канд. техн. наук, Москва ЛОБОЦКИЙ Ю. Г.*

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТЕЙНЕРНЫЙ ПНЕВМОТРАНСПОРТ

Рассмотрены все аспекты создания систем автоматического контейнерного пневматического транспортирования отобранных для инструментального экспресс-анализа проб технологических продуктов различных непрерывных и непрерывно-дискретных производств. К ним относятся – разработка структуры, разработка оптимальных технических средств загрузки отобранных проб в транспортный контейнер, его доставка в экспресс-лабораторию, разгрузка доставленной пробы из транспортного контейнера, возврат порожнего транспортного контейнера, микропроцессорного управления и технической диагностики устройств системы. Приведены ссылки на научные публикации, в которых изложено описание технических решений и алгоритмов функционирования, оптимизации и технической диагностики устройств пневмотранспортной системы.

Ключевые слова: *технологическая проба, транспортный контейнер, станция загрузки проб, стрелочный перевод, станция разгрузки проб, микропроцессорное управление, техническая диагностика.*

AUTOMATIC CONTAINER PNEUMATIC TRANSPORT

Yu. V. Dmitrak, V. V. Khmara, A. M. Kabyshev, M. P. Maslakov, Yu. G. Lobotsky

Discusses aspects of creating automatic container pneumatic conveying systems for samples of technological products from various continuous and continuous-discrete productions selected for instrumental rapid analysis. The structure of the technical means of loading the samples taken into the transport container, its delivery to the express laboratory, unloading the delivered sample from the transport container, returning the empty transport container, microprocessor control and technical diagnostics of system devices are presented.

Keywords: *technological sample, transport container, stations for loading and unloading samples, switchboard, microprocessor control, technical diagnostics.*

Все современные обогатительные и металлургические предприятия черной и цветной металлургии для оптимизации технологических процессов используют автоматизированные системы управления технологическими процессами и производствами (АСУТП и АСУП). Для решения оптимизационных задач управления используется аналитическая информация о составе перерабатываемого сырья, промежуточных продуктов и готовой продукции по каждому техническому переделу производственного процесса. На современных предприятиях аналитическую информацию получают в автоматизиро-

ванных системах аналитического контроля (АСАК) [1]. Источником информации и объектом управления для АСАК обогатительного и металлургического производства является проба, которая представлена пульповыми, жидкими или легкосыпучими продуктами. Путем многочисленных преобразований осуществляется перевод содержащейся в пробе необходимой потребителю информации в доступную для дальнейшего использования форму [2]. Типовая алгоритмическая цепь представлена на рисунке 1.

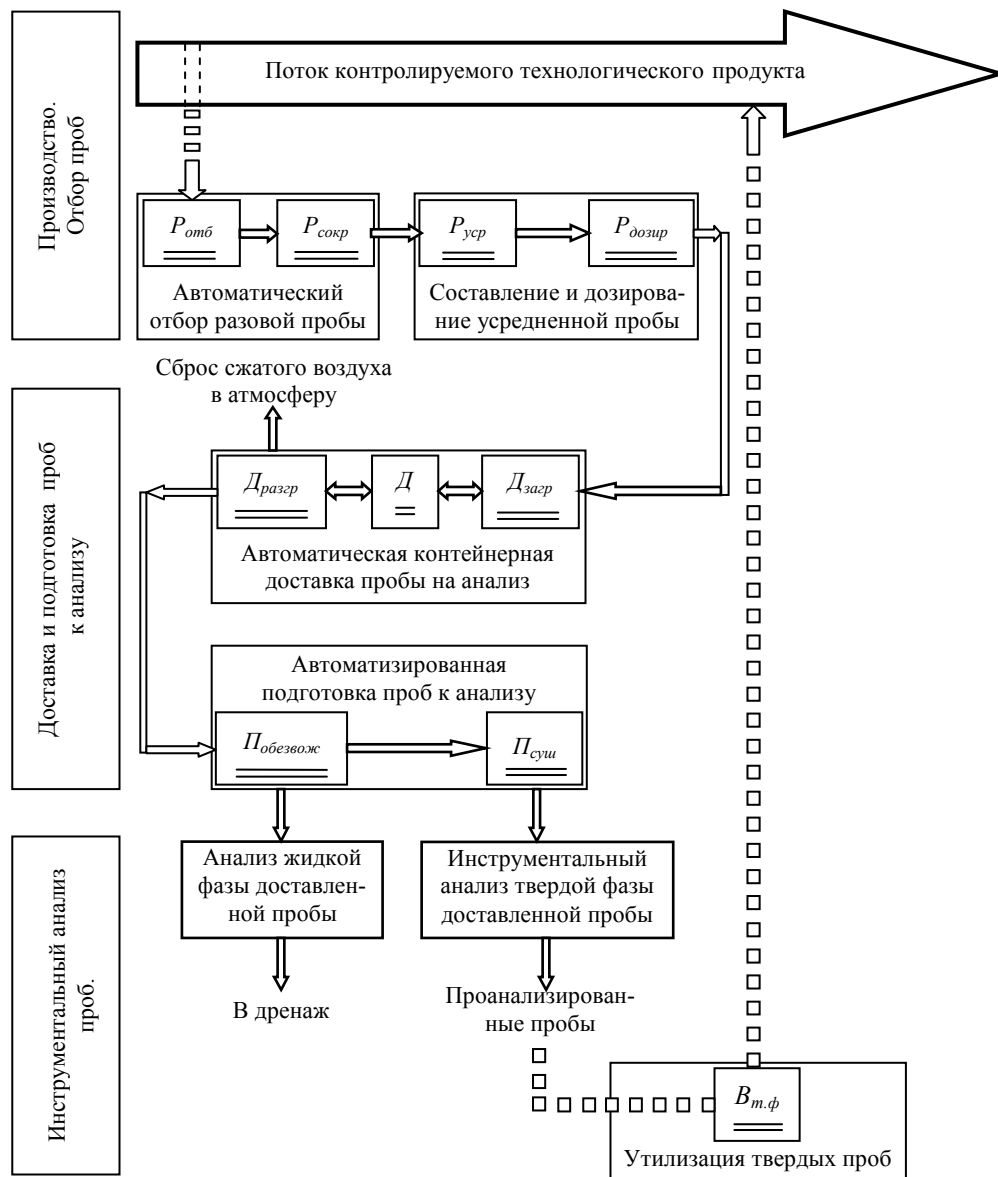


Рис. 1. Алгоритмическая цепь отбора представительных разовых проб, составления усредненной пробы, скоростной контейнерной доставки и инструментального анализа доставленных проб

Все операции, выполняемые в АСАК, взаимосвязаны и построены с целью оптимизации всех процессов получения оперативной аналитической информации.

В приведенном рисунке приняты следующие обозначения:

$\underline{\underline{P_{отб}}}$ – операция отбора разовой пробы;

$\underline{\underline{P_{сокp}}}$ – операция сокращения разовой пробы;

$\underline{\underline{P_{усp}}}$ – операция усреднения ряда разовых проб;

$\underline{\underline{P_{доз}}}$ – операция дозирования усредненной пробы;

$\underline{\underline{D_{загр}}}$ – операция загрузки усредненной пробы в транспортный контейнер;

$\underline{\underline{D}}$ – операция доставки усредненной пробы на анализ;

$\underline{\underline{D_{разгр}}}$ – операция разгрузки из транспортного контейнера доставленной на анализ пробы;

$\underline{\underline{П_{обезвож}}}$ – операция обезвоживания доставленной на анализ пробы;

$\underline{\underline{П_{суш}}}$ – операция сушки доставленной на анализ пробы;

$\underline{\underline{B_{тф}}}$ – операция возврата твердой фазы доставленной на анализ пробы.

Методы отбора и подготовки к анализу проб монометаллических и полиметаллических руд и концентратов цветных металлов, поставляемых для обогащения и металлургической переработки, определены стандартом «Руды и концентраты цветных металлов. Отбор и подготовка проб для химического анализа» [3].

В соответствии с положениями данного стандарта на каждом предприятии разрабатываются и утверждаются рабочие инструкции по отбору и подготовке проб для химического анализа каждого конкретного технологического продукта.

Теоретически и экспериментально установлено, что оптимальное решение задачи аналитического контроля технологических продуктов непрерывных или дискретно-непрерывных технологических процессов с использованием контейнерной системы доставки проб на анализ возможно путем:

- периодического автоматического отбора представительных разовых проб [4];
- составления в течение определенного отрезка времени (час, смена, сутки) усредненной пробы из разовых проб;
- сокращения усредненной пробы до необходимого объема или массы;
- загрузки дозированного объема усредненной пробы в транспортный контейнер;
- контейнерной доставки пробы на анализ [5, 6];
- разгрузки доставленной усредненной пробы из транспортного контейнера;
- предварительной и окончательной подготовки доставленной усредненной пробы к инструментальному анализу;
- выполнения собственно аналитических операций;
- организации хранения и распределения между потребителями полученной аналитической информации.

Для выполнения перечисленных выше операций необходимо иметь следующий набор совместимых между собой технических средств:

- **Автоматические пробоотборники**, удовлетворяющие следующим требованиям:

* пересечение потока опробуемого материала пробоотсекающим устройством должно происходить через равные промежутки времени с постоянной скоростью и охватывать за одно перемещение все сечение опробуемого технологического потока;

* скорость пересечения опробуемого технологического потока пробоотсекающим устройством должна исключать отбрасывание отдельных частиц опробуемого материала за пределы емкости пробоотборника;

* емкость пробоотсекающего устройства должна быть на 20–25 % больше объема разовой пробы за одну отсечку, а ширина щели пробоотсекающего устройства должна быть не менее трехкратного размера максимальных кусков опробуемого материала;

* отобранная разовая проба не должна содержать посторонних механических включений, способных забивать узлы разгрузки и последующей загрузки отобранной разовой пробы;

* отобранная разовая проба должна свободно и без остатка перемещаться из емкости пробоотсекающего устройства.

- **Автоматический пропорциональный сократитель отобранной разовой пробы**, удовлетворяющий следующим требованиям:

* максимальный объем отобранной разовой пробы должен быть меньше полезного объема автоматического пропорционального сократителя;

* постоянство коэффициента сокращения объема разовой пробы должно соблюдаться при всех возможных изменениях характеристик опробуемого технологического потока;

* сокращенная разовая проба должна без остатка самотеком передаваться в следующее устройство;

* избыток разовой пробы после сокращения должен без остатка самотеком возвращаться в технологический агрегат.

- **Автоматический смеситель разовых проб с функцией дозирования усредненной пробы**, удовлетворяющий следующим требованиям:

* полезный объем смесителя разовых проб должен обеспечить прием без перелива всех разовых проб, отобранных в течение заданного интервала времени;

* автоматическое тщательное усреднение всех отобранных разовых проб в течение заданного интервала времени;

* автоматическое дозирование усредненной пробы и передача самотеком дозированного объема усредненной пробы в устройство загрузки проб в транспортный контейнер;

* автоматический сброс в технологический агрегат или в дренаж остатка (после дозирования) усредненной пробы.

- **Станция автоматической загрузки проб в транспортный контейнер**, удовлетворяющая следующим требованиям:

* автоматический прием порожнего транспортного контейнера, отправленного из химической лаборатории или ОТК;

- * автоматический перевод порожнего транспортного контейнера под загрузку;
- * автоматическая загрузка в транспортный контейнер подготовленной к отправке усредненной пробы;
- * автоматическая отправка груженого транспортного контейнера на анализ в химическую лабораторию или ОТК.
- **Станция автоматической разгрузки доставленной пробы из транспортного контейнера**, удовлетворяющая следующим требованиям:
 - * автоматический прием доставленного груженого усредненной пробой транспортного контейнера;
 - * автоматический перевод доставленного груженого транспортного контейнера под разгрузку;
 - * автоматическая разгрузка из транспортного контейнера доставленной усредненной пробы;
 - * автоматическая очистка полости транспортного контейнера от остатков доставленной пробы (при необходимости);
 - * автоматическая отправка порожнего транспортного контейнера под загрузку в устройство автоматической загрузки проб в транспортный контейнер;
 - * автоматический вывод из системы транспортного контейнера и ввод в систему нового транспортного контейнера.
- **Станция обезжизивания доставленной усредненной пробы**, удовлетворяющая следующим требованиям:
 - * автоматическое отделение твердой фазы из доставленной на анализ усредненной пробы контролируемого продукта;
 - * автоматическая передача для последующего анализа или сброс в дренаж фильтрата, собравшегося в процессе фильтрования усредненной пробы.
- **Транспортный контейнер**, удовлетворяющий следующим требованиям:
 - * полезный объем должен быть не менее чем на 20 % больше дозированного объема усредненной пробы, отправляемой на анализ;
 - * загрузочный и разгрузочный клапаны транспортного контейнера должны иметь одинаковую конструкцию и использовать одинаковые принципы их открытия и закрытия;
 - * полость контейнера и механизмы закрытия клапанов должны обеспечивать свободное и полное опорожнение доставляемой на анализ пробы;
 - * конструкция должна обеспечивать автоматическую загрузку и разгрузку доставляемой пробы с обоих концов транспортного контейнера.
- **Автоматические стрелочные переводы** направления движения груженых и порожних транспортных контейнеров, удовлетворяющие следующим требованиям:
 - * автоматический перевод движения груженых и порожних транспортных контейнеров из нескольких периферийных транспортных трубопроводов в один центральный транспортный трубопровод и наоборот.
- **Автоматический перепускной клапан**, удовлетворяющий следующим требованиям:
 - * обеспечение герметизации каждого устройства системы контейнерного пневмотранспорта при отправке груженого и порожнего транспортного контейнера;

* обеспечение необходимых условий для «мягкого» приема доставляемого в каждое устройство системы контейнерного пневмотранспорта при приеме доставляемого груженого и порожнего транспортного контейнера;

* конструкция автоматического перепускного клапана должна быть доступной для текущего обслуживания.

- **Универсальная система микропроцессорного управления** всеми устройствами системы контейнерного пневмотранспорта, удовлетворяющая следующим требованиям:

* реализация алгоритмов автоматического управления и технической диагностики всеми устройствами системы, используя универсальные информационные сигналы и универсальные управляющие команды;

* для подготовки к работе в микропроцессор универсальной системы микропроцессорного управления должны записываться соответствующие для каждого конкретного устройства программы автоматического управления и технической диагностики;

* маркировка входных информационных сигналов и выходных управляющих команд должна быть одинаковой для всех устройств системы контейнерного пневмотранспорта;

* конструкция универсальной системы микропроцессорного управления должна быть доступной для текущего обслуживания.

Используя перечисленные выше технические средства, можно построить любую по сложности конфигурации систему, обеспечивающую минимизацию трасс доставки проб на анализ.

Благодаря оперативности контроля, полученная аналитическая информация эффективно используется как для управления контролируемых технологических процессов, так и для системного анализа природно-промышленных систем горно-металлургического комплекса [7].

На рисунке 2 приведена структурная схема системы отбора и доставки технологических проб на анализ.

Схема реализована на основе следующего оборудования:

1. Оборудование для автоматического отбора разовых проб и автоматического составления и дозирования усредненной пробы:

- АП – автоматические пробоотборники, обеспечивающие отбор представительных разовых проб с регулируемой дискретностью. Каждая разовая проба направляется в устройство пропорционального сокращения и затем, после пропорционального сокращения отобранной первичной разовой пробы, сокращенная часть первичной разовой пробы передается в устройство усреднения разовых проб.

- УУП – устройства усреднения разовых проб, обеспечивающие: автоматическое усреднение последовательно отобранных в заданный отрезок времени разовых проб и дозирование усредненной пробы, которая передается в систему контейнерной доставки проб на анализ.

Управление работой автоматических пробоотборников (АП) и устройств усреднения разовых проб (УУП) осуществляется от собственных блоков управления, устанавливаемых в непосредственной близости от автоматических пробоотборников и устройств усреднения разовых проб.

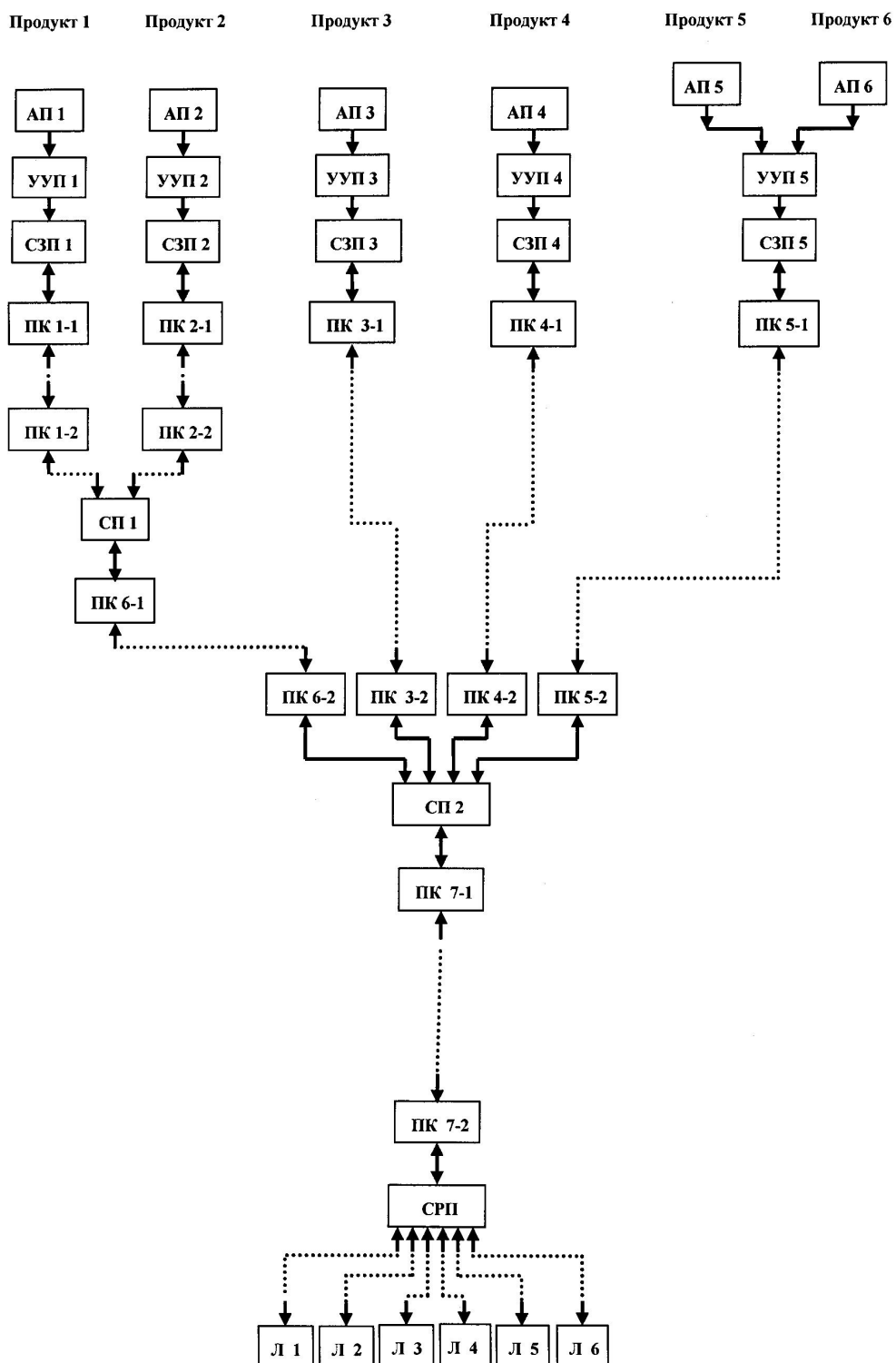


Рис. 2. Структурная схема автоматической системы отбора и пневматической контейнерной доставки проб на анализ

Данные устройства выполняют очень ответственную операцию в автоматизированной системе аналитического контроля – отбор и подготовку к отправке представительных проб на анализ. Здесь необходимо отметить тот факт, что ошибки, допущенные при отборе проб на анализ, невозможно исправить ни аналитическими, ни математическими методами.

Проблемы организации операций отбора представительных проб, как правило, решаются индивидуально в каждом конкретном случае.

2. Оборудование системы контейнерного пневмотранспорта проб на анализ:

- СЗП – станция автоматической загрузки проб в транспортный контейнер;
- ПК – перепускной клапан;
- СП 1– универсальный автоматический стрелочный перевод «Из 2-х в 1» и «Из 1-й в 2-е»;
- СП 2– универсальный автоматический стрелочный перевод «Из 4-х в 1» и «Из 1-й в 4-е»;
- СРП – станция автоматической разгрузки проб из транспортного контейнера;
- Л – узел разгрузки доставляемых на анализ проб из транспортного контейнера с приемным лотком для доставленных проб (индивидуальный для каждого контролируемого продукта).

Автоматическое управление оборудованием контейнерной системы пневмотранспорта проб на анализ осуществляется от локальных микропроцессорных систем управления, работающих в режиме реального времени.

По данной схеме предполагается, что первичные пробы необходимо отбирать в двух, территориально размещенных отдельно, цехах (пробы 1 и 2 в одном цехе, а пробы 3, 4, 5 и 6 – в другом). Причем пробы 5 и 6 относятся к одному технологическому продукту, но отбираются из разных однотипных технологических агрегатов, работающих поочередно.

Как видно из рассматриваемой структурной схемы, в данной системе отбора и пневматической доставки проб на анализ используется довольно большое количество однотипного оборудования:

- 5 станций автоматической загрузки проб в транспортный контейнер;
- 1 станция автоматической разгрузки проб из транспортного контейнера;
- 6 узлов разгрузки доставляемых на анализ проб из транспортного контейнера.
- 1 универсальный автоматический стрелочный перевод «Из 2-х в 1» и «Из 1 в 2-е»;
- 1 универсальный автоматический стрелочный перевод «Из 4-х в 1» и «Из 1 в 4-е»;
- 14 перепускных клапанов;
- 6 специальных приемных лотков для доставленных проб.

На кафедре «Промышленной электроники» Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета) с 2013 года по настоящее время выполнен весь цикл исследований по оптимизации и разработке новых принципов построения структур, технических средств, принципов автоматического микропроцессорного управления, автоматической технической диагностики работоспособности и компью-

терного моделирования отдельных устройств системы контейнерного пневмотранспорта проб и системы в целом.

Все результаты научных исследований и их практической реализации при разработке специальных технических средств и программ опубликованы в ведущих научно-технических зарубежных и Российских изданиях и защищены патентами на изобретение и программами для ЭВМ.

Основные положения, принципы построения, конструкции устройств и алгоритмы их функционирования изложены:

- в опубликованных в Германии двух монографиях [8, 9],
- в 12 статьях, опубликованных в научных журналах [10–21].

Специфические вопросы особенностей параметрического моделирования при создании технических средств для системы пневматической контейнерной доставки проб на анализ обсуждены и опубликованы в сборниках статей международных научно-практических конференций [22–23].

Особенности оптимизации процессов автоматического отбора разовых проб, подготовки к отправке на анализ усредненной пробы, а также пути повышения надежности автоматической загрузки проб в транспортный контейнер, станций автоматической разгрузки проб из транспортного контейнера и автоматических стрелочных переводов направления движения транспортных контейнеров опубликованы в международном научном журнале «Устойчивое развитие горных территорий» [24–28].

Концептуальные вопросы разработки универсальной системы последовательностного управления позиционными устройствами рассмотрены на Международных научно-практических конференциях в Нижнем Новгороде и в Москве и опубликованы в международном научном журнале «Устойчивое развитие горных территорий» [29–31].

Разработанные программы микропроцессорного последовательностного управления позиционными устройствами, автоматическим стрелочным переводом, станцией загрузки проб в транспортный контейнер и процессами ввода и вывода транспортного контейнера из пневмотранспортной системы зарегистрированы в Государственном реестре программ для ЭВМ [32–40].

Заключение

Все разработанные новые технические решения, включая алгоритмы функционирования и технической диагностики, реализованы и испытаны с положительными результатами на опытных образцах устройств контейнерного пневмотранспорта и отличаются от своих аналогов универсальностью, исключительно малыми габаритами и высокой надежностью. Также необходимо отметить, что все устройства контейнерного пневмотранспорта используют стандартную пневматическую аппаратуру, что положительно влияет на простоту их технического обслуживания.

Ознакомиться с рассмотренными выше устройствами и системами их микропроцессорного управления можно на кафедре «Промышленная электроника» Северо-Кавказского горно-металлургического института (государственного технологического университета) (Россия, Республика Северная Осетия-Алания, 362021, г. Владикавказ, ул. Николаева, 44).

ЛИТЕРАТУРА

1. Лобоцкий Ю. Г., Хмара В. В. Автоматизированные системы аналитического контроля как основа управления технологическим процессом // Сборник VII-й Международной научно-практической конференции «Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований». Новосибирск: РИНЦ, 2013. С 146–151.
2. Овчаренко Е. Я. Системно-информационный подход к опробованию материалов при создании АСУ // Цветные металлы. 1976. № 1. С. 73–77.
3. ГОСТ 14180 – 69. Руды и концентраты цветных металлов. Отбор и подготовка проб для химического анализа.
4. Каталог продукции для автоматизированных систем опробования пульповых продуктов. СПб.: ЗАО «Технолинк», 2007.
5. Hodson N. Foodtubes. Energy saving pipeline capsule goods transport. In «Processings by Capsule pipelines and Other Tube/Tunnel Systems». ISUFT 2008. Arlington, Texas, March 20–22, 2008.
6. Cox B. Pneumatic Power Transport System. U.S. Patent № 7464733 B2. (2008).
7. Klyuev R. V., Bosicov I. I. Research of water-power parameters of small hydropower plants in conditions of mountain territories. (2016) //2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturind (ISIEAM). Year: 2016, № 53. Page 1–5. DOI: 10.1109/ICIEAM.2016.7911420.
8. Хмара В. В. Универсальная контейнерная система пневмотранспорта проб на анализ // Lambert Academic Publishing. 2012. ISBN: 978-3-8433-6602-1. С. 89.
9. Лобоцкий Ю. Г., Хмара В. В. Технологическое проектирование систем отбора и доставки проб на анализ // Lambert Academic Publishing. 2014. ISBN: 978-3-659-28785-5. 60 с.
10. Хмара В. В., Лобоцкий Ю. Г. Оптимизация процессов автоматического отбора разовых проб и подготовки к отправке на анализ усредненной пробы // Устойчивое развитие горных территорий. 2014. № 1. С. 42–50.
11. Хмара В. В., Лобоцкий Ю. Г. Пути повышения надежности автоматической загрузки проб в транспортный контейнер // Устойчивое развитие горных территорий. 2014. № 2. С. 30–36.
12. Лобоцкий Ю. Г., Хмара В. В. Станция автоматической разгрузки проб из транспортного контейнера // Устойчивое развитие горных территорий. 2014. № 3. С. 35–42.
13. Лобоцкий Ю. Г., Хмара В. В. Автоматические стрелочные переводы направления движения транспортных контейнеров // Устойчивое развитие горных территорий. 2014. № 4. С. 27–35.
14. Бестфатер Д. В., Хмара В. В., Кабышев А. М., Лобоцкий Ю. Г. Микропроцессорное управление станциями пневмотранспортной системы на предприятиях горно металлургического комплекса // Устойчивое развитие горных территорий. 2016. № 3. С. 211–221.
15. Lobotskiy Y. G., Khmara V. V., Kabyshev A. M., Dedegkaev A. G. The principle of the complex systems of container pneumatic transport using multi-purpose switch throwers // Modern Applied Science, 9(5). 2015. С. 228–245.
16. Lobotskiy Y. G., Khmara V. V. Theoretical aspects of the optimization of parameters and discretization of control of processing and metallurgical produc-

tion's technology products // Indian journal of Science and Technology. 8 (Special issue), 2015. С. 1–10.

17. *Khmara V. V., Lobotskiy Y. G., Kabyshev A. M.* Microprocessor control of devices systems of pneumatic container delivery for the analysis of samples of concentrating and metallurgical production // 2nd International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2016.

18. *Dedegkaev A. G., Khmara V. V., Lobotskiy Y. G., Elbaryan V. L.* Environmental security of mountain territories in validity areas of dressing plants // Sustainable Development of Mountain Territories. 2017. 9(1). С. 65–73.

19. *Khmara V. V., Kabyshev A. M., Lobotskiy Y. G.* Automatic microprocessor-based performance diagnosis of capsule charging/discharging stations of the pneumatic transportation system / (2017) International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing, ICIEAM 2017 – Proceedings.

20. *Khmara V. V., Kabyshev A. M., Lobotskiy Y. G.* Automatic microprocessor-based performance diagnostics of switches of pneumatic transportation system / (2017). IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 87(6)062006.

21. *Khmara V. V., Kabyshev A. M., Lobotskiy Y. G.* Automatic diagnostics of switches of pneumatic transportation system / (2017) IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 87(6)062007.

22. *Лобоцкий Ю. Г., Хмара В. В.* Особенности автоматического технологического проектирования систем отбора и доставки проб на анализ. Концепция безошибочного проектирования и производства систем автоматического отбора и доставки проб на анализ // Материалы XXIX Международной научно-практической конференции. РИНЦ. Новосибирск, декабрь 2013 г. № 12 (25). С. 12–20 и 20–27.

23. *Лобоцкий Ю. Г., Хмара В. В.* Параметрическое моделирование устройств системы автоматической контейнерной доставки проб на анализ. Параметрическое моделирование узлов и деталей устройств системы автоматической контейнерной доставки проб на анализ. // Сборник статей по материалам XXXIII Международной научно-практической конференции. РИНЦ. Новосибирск: Изд. «СибАК», 2014. № 4 (29). 222 с. ISSN 2308 5991. С 8–20 и 21–33.

24. *Лобоцкий Ю. Г., Хмара В. В.* О проблемах автоматического отбора и доставки на анализ проб продуктов обогатительного и металлургического производства // Устойчивое развитие горных территорий. 2013. № 4. С. 44–49.

25. *Хмара В. В., Лобоцкий Ю. Г.* Оптимизация процессов автоматического отбора разовых проб и подготовки к отправке на анализ усредненной пробы // Устойчивое развитие горных территорий. 2014. № 1. С. 42–50.

26. *Лобоцкий Ю. Г., Хмара В. В.* Пути повышения надежности автоматической загрузки проб в транспортный контейнер // Устойчивое развитие горных территорий. 2014. № 2. С. 30–36.

27. *Лобоцкий Ю. Г., Хмара В. В.* Станция автоматической разгрузки проб из транспортного контейнера // Устойчивое развитие горных территорий. 2014. № 3. С. 35 – 42.

28. *Лобоцкий Ю. Г., Хмара В. В.* Автоматические стрелочные переводы направления движения транспортных контейнеров // Устойчивое развитие горных территорий. 2014. № 4. С. 44–49.

29. *Дедегкаев А. Г., Кабышев А. М., Лобоцкий Ю. Г., Хмара В. В.* Концептуальные особенности универсальной системы последовательностного управ-

ления позиционными устройствами // Сб. статей II Международной научно-практической конференции «Современные научные исследования: методология, теория, практика». РИНЦ. Нижний Новгород. 2 июня 2014 г. С. 180–193.

30. *Дедегкаев А. Г., Кабышев А. М., Лобоцкий Ю. Г., Хмара В. В.* Оптимизация структуры и организации функционирования универсальной системы последовательного управления позиционными устройствами // Международная научно-практическая конференция «Технические науки: теория, методология и практика». РИНЦ. Москва, 17 июня 2014 г. С. 45–67.

31. *Бестфатер Д. В., Хмара В. В., Кабышев А. М., Лобоцкий Ю. Г.* Микропроцессорное управление станциями пневмотранспортной системы на предприятиях горно-металлургического комплекса // Устойчивое развитие горных территорий. 2016. № 3. С. 211–221.

32. Патент № 2015660665 от 6 октября 2015 года. Система микропроцессорного последовательного управления позиционными устройствами / Авторы: В. В. Хмара, А. М. Кабышев, Ю. Г. Лобоцкий.

33. Патент № 2016614442 от 10 марта 2016 г. Система микропроцессорного управления стрелочным переводом установки контейнерного пневмотранспорта / Авторы: В. В. Хмара, А. М. Кабышев, Ю. Г. Лобоцкий.

34. Патент № 2016614850 от 10 марта 2016 г. Система микропроцессорного управления процессом ввода и вывода транспортного контейнера в установке контейнерного пневмотранспорта / Авторы: В. В. Хмара, А. М. Кабышев, Ю. Г. Лобоцкий.

35. Патент № 2016614851 от 10 марта 2016 г. Система микропроцессорного управления станцией загрузки проб в транспортный контейнер / Авторы: В. В. Хмара, А. М. Кабышев, Ю. Г. Лобоцкий.

36. Патент № 2016617057 от 23 июня 2016 г. Система микропроцессорного управления станцией разгрузки проб из транспортного контейнера / Авторы: В. В. Хмара, А. М. Кабышев, Ю. Г. Лобоцкий.

37. Патент № 2017618766 от 08 августа 2017 г. Система автоматической технической диагностики работоспособности автоматических стрелочных переводов установки пневматической контейнерной доставки проб на анализ / Авторы: В. В. Хмара, А. М. Кабышев, Ю. Г. Лобоцкий.

38. Патент № 2017618758 от 08 августа 2017 г. Система автоматической технической диагностики работоспособности станции загрузки проб в транспортный контейнер установки пневматической контейнерной доставки проб на анализ / Авторы: В. В. Хмара, А. М. Кабышев, Ю. Г. Лобоцкий.

39. Патент № 2017619068 от 15 августа 2017 г. Система автоматической технической диагностики работоспособности станции разгрузки проб из транспортного контейнера установки пневматической контейнерной доставки проб на анализ / Авторы: В. В. Хмара, А. М. Кабышев, Ю. Г. Лобоцкий.

40. Патент № 2017619071 от 15 августа 2017 г. Система автоматической технической диагностики работоспособности станции разгрузки проб в режиме «ввод и вывод транспортного контейнера» установки пневматической контейнерной доставки проб на анализ / Авторы: В. В. Хмара, А. М. Кабышев, Ю. Г. Лобоцкий.



*Канд. техн. наук, доцент КОДЗАСОВА Т. Л.,
студент ЛЕОНТЬЕВА О. Ю.,
студент КОДЗАСОВ В. А.,
студент ДЗЕСТЕЛОВ Г. Р.*

ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОРИСТОГО ОКСИДА АЛЮМИНИЯ

Данная работа посвящена исследованию оптических характеристик наноструктурированного оксида алюминия на различных типах спектрофотометров.

Ключевые слова: *оксид алюминия, пористый оксид алюминия, электролит, спектр отражения, фотонный кристалл, спектрофотометр ИК-Фурье.*

T. L. Kodzasova, O. Yu. Leontieva, V. A. Kodzasov, G. R. Dzestelov

OPTICAL CHARACTERISTICS OF POROUS ALUMINUM OXIDE

This work is devoted to the study of the optical characteristics of nanostructured aluminum oxide on various types of spectrophotometers.

Keywords: *aluminum oxide, porous aluminum oxide, electrolyte, reflection spectrum, photonic crystal, spectrophotometer FT-IR.*

При анодировании алюминия в водных растворах электролитов получают пленки оксида алюминия (ПОА) толщиной вплоть до $0,8 \div 1$ мкм. ПОА обладает высокой проницаемостью в видимом диапазоне до 98 %. Его коэффициент преломления не зависит от условия анодирования и равен $1,58 \div 1,765$. ПОА химически инертен в интервале pH растворов от 5,0 до 9,5. Обладает высоким сопротивлением к электропробою – напряжение пробоя 20–40 В/мкм, температура плавления 2044 °С.

Пористые ПОА образуются при небольших плотностях тока. Критическая величина плотности тока зависит от состава электролита анодирования, его концентрации, pH и температуры. Напряжение анодирования определяет геометрические размеры пористой структуры.

ПОА имеют плотный слой барьерного оксида алюминия, который находится на пленке алюминия, и пористый слой. ПОА образуется методом электрохимического анодирования подложек алюминия в различных кислотах. Пористый наноструктурированный оксид алюминия состоит из периодических гексагональных оксидных ячеек, в центре которых находится отверстие – канал, через который и проходит электролит.

В настоящее время диэлектрические и оптические свойства наноструктурированного пористого оксида алюминия изучены недостаточно. Уникальная пористая структура, электрические и диэлектрические характеристики делают наноструктурированный пористый оксид алюминия очень перспек-

тивным материалом для фотонных кристаллов и преобразователей солнечной энергии.

Сравнительные исследования пористого оксида алюминия проведены на двух различных спектрофотометрах СФ 2000 и Specordplus 250 на пропускную способность и на отражение. Исследовано множество образцов фотонных кристаллов Al_2O_3 , изготовленных при различных режимах анодирования.

С помощью спектрофотометра Specordplus 250 получены зависимости под одинаковыми углами для исследуемых образцов, по зависимостям которых наблюдается сильное различие. Это объясняется тем, что данные образцы были получены в различных электролитах и при различных режимах анодирования. Максимальные значения у всех образцов наблюдаются при длине волны $\lambda = 1100$ нм. И это соответствует инфракрасному диапазону. На рисунке 1 изображена зависимость образца на отражение при 11° , 45° , 60° и 90° .

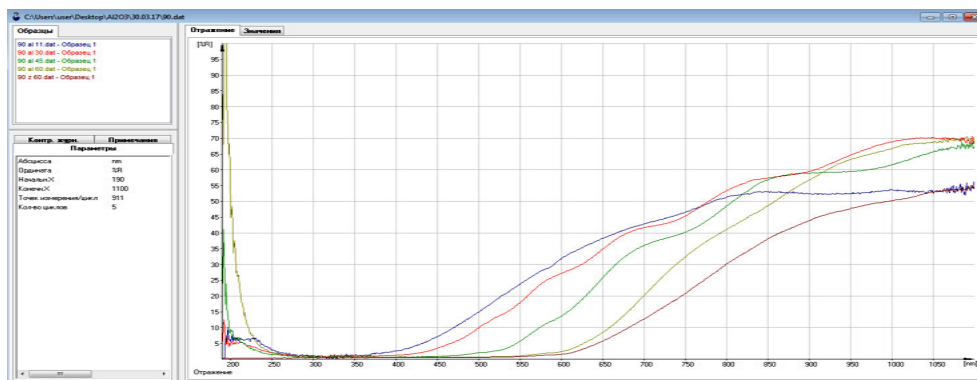


Рис. 1. Спектр отражения образцов под различными углами, полученный на Specordplus 250

Эти же образцы исследовались и на пропускание. Для примера приведем одну из зависимостей на рисунке 2.

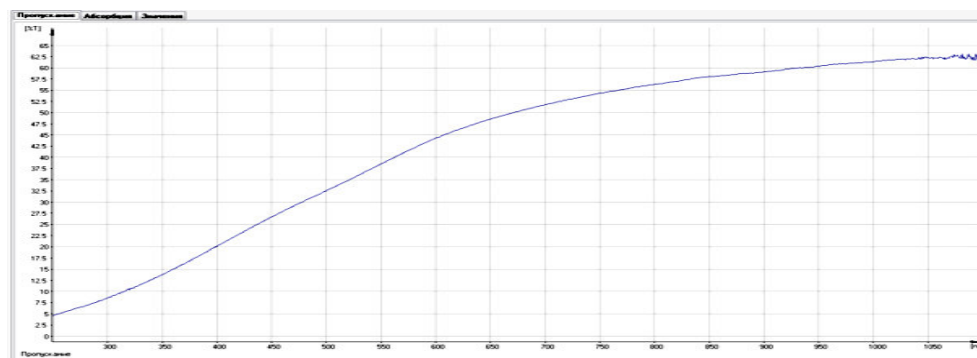


Рис. 2. Спектр пропускания, полученный на Specordplus 250

Далее рассмотрим результаты измерения спектров пропускания, полученные на спектрофотометре СФ 2000. Зависимости спектров под различными углами представлены на рисунке 3.

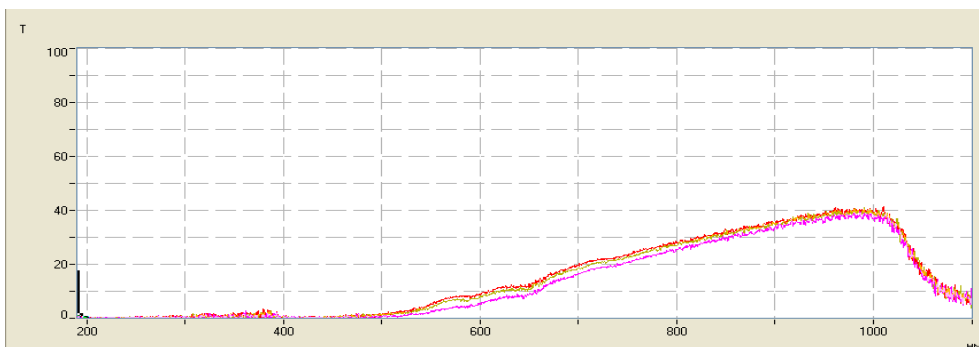


Рис. 3. Спектр пропускания образцов, полученный на спектрофотометре СФ 2000

Проведя сравнительный анализ образцов, полученных на Specordplus 250, видно, что общий вид графиков идентичен, но максимумы различны, что можно объяснить погрешностью измерения этих двух приборов.

Также проведены исследования изготовленных образцов элементов фотонных кристаллов на основе пористого оксида алюминия с введением в поры различных органических и неорганических веществ.

Получены образцы нанопористого оксида алюминия, которые служат в качестве основы инкорпорирования органических и неорганических веществ. Исследованы свойства полученных материалов. Оптические спектры отражения элементов фотонных кристаллов изменяются в зависимости от вводимого в поры вещества и угла падения света. Оптические спектры представлены на рисунке 4.

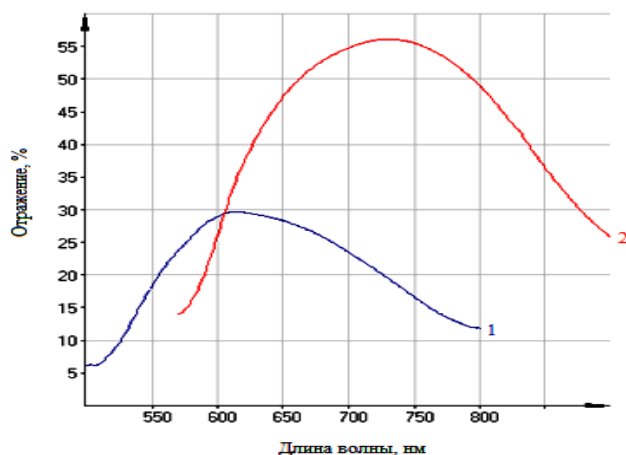
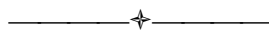


Рис. 4. Спектры отражения НПАОА до (1) и после введения (2) в поры оксида титана

При введении в поры НПАОА веществ с показателем преломления больше, чем у воздуха, происходит увеличение коэффициента отражения от образца. Если показатель преломления вводимого вещества меньше показателя преломления оксида алюминия, то максимум отражения смещается в коротковолновую область (с длиной волны 0,74–2,5 мкм).

ЛИТЕРАТУРА

1. Денисов А. И. Структурно-морфологические особенности пористых оксидов алюминия различной функциональности: Дисс. ... канд. физ.-мат. наук. Петрозаводск, 2004. 151 с.
2. Яников М. В., Романов С. Г., Соловьев В. Г. Изучение оптических свойств фотонных кристаллов и основ наноплазмоники в университетском курсе физики // Сборник материалов НТК. Псков, 2013, 8 с.
3. Шабанов В. Ф., Ветров С. Я., Шабанов А. В. Оптика реальных фотонных кристаллов: Монография. Новосибирск: СО РАН, 2005, 187 с.
4. Филоненко В. И., Кодзасова Т. Л., Магкоев Т. Т., Макоев Х. О., Силаев И. В., Дедегкаева Л. М. Исследование люминесцентных свойств пористого анодного оксида алюминия // Конференция НТК «Микро- и нанотехнологии в электронике». Владикавказ, 2018.



УДК 681.3.06

*Студент САЛКАЗАНОВ А. Т.,
студент ДАТИЕВ М. К.,
канд. техн. наук, профессор ДАТИЕВ К. М.*

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Проведено математическое моделирование физических процессов, происходящих в солнечных элементах. Полученные выражения позволяют определить световые, вольт-амперные и спектральные характеристики солнечных элементов.

Ключевые слова: СЭ (солнечный элемент), фототок, спектральный отклик.

MATHEMATICAL MODELING OF ENERGY CHARACTERISTICS OF SOLAR CELLS

A. T. Salkazanov, M. K. Datiev, K. M. Datiev

Mathematical modeling of physical processes occurring in solar cells is carried out. The expressions obtained allow us to determine the light, volt-ampere and spectral characteristics of solar cells.

Keywords: SC (solar cells), photocurrent, spectral respons.

В настоящее время наиболее распространенными преобразователями солнечной энергии являются представители первого поколения: моно- и поликристаллические кремниевые солнечные элементы (СЭ). Объясняется это тем, что кремний очень распространенный и освоенный в технологии микроэлектроники материал. Ширина запрещенной зоны 1,12 эВ, коэффициент поглощения $4 \cdot 10^3 \text{ см}^{-1}$ – эти параметры являются благоприятными показателями для солнечных элементов. Поликристаллические элементы обладают КПД 17–18 %, а монокристаллические 20–22 %. Поликристаллические элементы на 10 % дешевле монокристаллических и лишены зависимости от положения Солнца на небосводе, они обеспечивают наиболее дешевое солнечное электричество (0,5 \$ за ватт). Монокристаллические СЭ более гибкие, морозостойчивые, практически не теряют эффективности при высокой облачности. Фотогенерация в таких СЭ происходит за счет разделения фотогенерированных носителей заряда полем $p - n$ -перехода, вследствие чего на контактах появляется разность потенциалов (около 0,5 В). На рисунке 1 показана зонная диаграмма и возникновение фотоэдс в гомо $p - n$ -переходе. В настоящее время доля рынка первого поколения СЭ составляет 82 %.

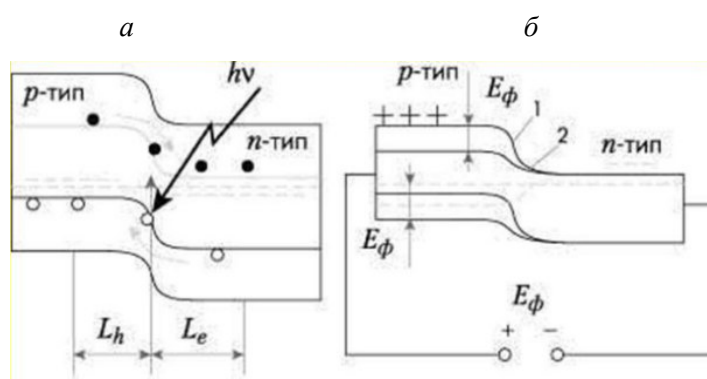


Рис. 1. Зонная модель разомкнутого $p - n$ -перехода: a – в начальный момент освещения; b – изменение зонной модели под действием постоянного освещения и возникновение фотоэдс

Математическое моделирование процессов, происходящих в солнечных элементах, проведено для структуры, приведенной на рисунке 2. Элемент состоит из мелкого $p - n$ -перехода, сформированного у поверхности, лицевого омического полоскового контакта, тылового омического сплошного контакта и просветляющего покрытия на лицевой поверхности.

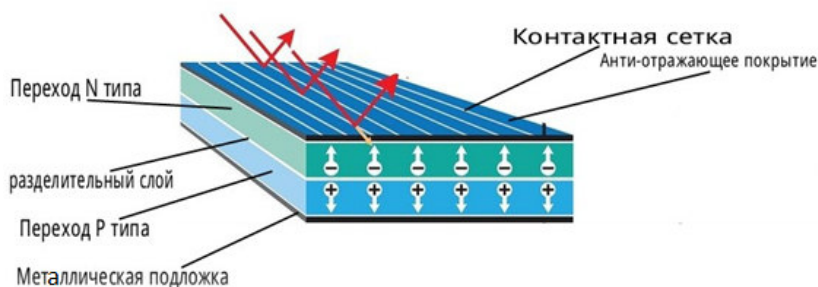


Рис. 2. Структура солнечного элемента

Скорость генерации носителей заряда определяется выражением:

$$G(\lambda, x) = \alpha(\lambda)F(\lambda)[1 - R(\lambda)] \exp[-\alpha(\lambda)x], \quad (1)$$

где $\alpha(\lambda)$ – коэффициент поглощения;

$F(\lambda)$ – плотность потока падающих фотонов в единичном спектральном интервале;

$R(\lambda)$ – доля фотонов, отражающихся от поверхности.

Одномерные стационарные уравнения непрерывности имеют вид:

$$\frac{1}{q} \frac{dJ_n}{dx} + G_n - \frac{n_p - n_{p0}}{\tau_n} = 0 \quad (2)$$

– для электронов в полупроводнике p -типа и

$$\frac{1}{q} \frac{dJ_p}{dx} + G_p - \frac{p_n - p_{n0}}{\tau_p} = 0 \quad (3)$$

– для дырок в полупроводнике n -типа.

Плотности токов определяются следующими выражениями:

$$J_n = qD_n \frac{dn_p}{dx} + q\mu_n n_p \varepsilon; \quad (4)$$

$$J_p = qD_p \frac{dp_n}{dx} + q\mu_p p_n \varepsilon. \quad (5)$$

Из (1), (2), (3) получаем уравнение, определяющее распределение неосновных носителей в верхней части перехода:

$$D_p \frac{d^2 p_n}{dx^2} + \alpha F(1 - R) \exp(-\alpha x) - \frac{p_n - p_{n0}}{\tau_p} = 0. \quad (6)$$

Решив это уравнение, получаем следующее выражение:

$$p_n - p_{n0} = A \operatorname{ch}\left(\frac{x}{L_p}\right) - \frac{\alpha F(1-R)\tau_p}{\alpha^2 L_p^2 - 1} \exp(-\alpha x) + B \operatorname{sh}\left(\frac{x}{L_p}\right), \quad (7)$$

где $L_p = (D_p \tau_p)^{1/2}$ – диффузионная длина.

Решение (7) должно удовлетворять двум граничным условиям: на поверхности полупроводника происходит поверхностная рекомбинация носителей, которая характеризуется скоростью S_p , поэтому:

$$S_p(p_n - p_{n0}) = D_p \frac{p_n - p_{n0}}{\tau_p}, \quad \text{при } x = 0; \quad (8)$$

На краю области обеднения избыточная концентрация неосновных носителей мала, поэтому:

$$p_n - p_{n0} \cong 0, \text{ при } x = x_j. \quad (9)$$

Подставляя эти граничные условия в (7), получаем выражение, определяющее концентрации дырок:

$$p_n - p_{n0} = \left[\frac{\alpha F (1 - R) \tau_p}{\alpha^2 L_p^2 - 1} \right] \cdot \frac{\exp(-\alpha x_j) \left(\frac{S_p L_p}{D_p} \operatorname{sh} \frac{x}{L_p} + \operatorname{ch} \frac{x}{L_p} \right) + \left(\frac{S_p L_p}{D_p} + \alpha L_p \right) \operatorname{sh} \left(\frac{x_j - x}{L_p} \right)}{\operatorname{ch} \left(\frac{x_j}{L_p} \right) + \left(\frac{S_p L_p}{D_p} \right) \operatorname{sh} \left(\frac{x_j}{L_p} \right)} - \exp(-\alpha x). \quad (10)$$

Следовательно результирующая плотность дырочного фототока на краю обедненного слоя равна:

$$J_p = -q D_p \left(\frac{dp_n}{dx} \right)_{x_j} = \left[q F (1 - R) \alpha L_p / (\alpha^2 L_p^2 - 1) \right] \cdot \left[\frac{\operatorname{sh} \left(\frac{x_j}{L_p} \right) + \left(\frac{S_p L_p}{D_p} + \alpha L_p \right) \exp(-\alpha x_j) \left(\left(\frac{S_p L_p}{D_p} \right) \operatorname{ch} \left(\frac{x_j}{L_p} \right) \right)}{\operatorname{ch} \left(\frac{x_j}{L_p} \right) + \left(\frac{S_p L_p}{D_p} \right) \operatorname{sh} \left(\frac{x_j}{L_p} \right)} \right]. \quad (11)$$

Фототок (11) будет коллектироваться из n -области перехода, при заданном спектральном распределении падающего солнечного света, при постоянном времени жизни, подвижности и уровне легирования.

Используя (1), (2), (4), можно найти электронный фототок, при граничных условиях, приведенных ниже:

$$n_p - n_{p0} \cong 0, \text{ при } x = W + x_j; \quad (12)$$

$$S_p (n_p - n_{p0}) = - \frac{D_n dn_p}{dx}, \text{ при } x = H, \quad (13)$$

где W – ширина обедненного слоя;

H – полная толщина элемента.

Согласно (12), избыточная концентрация неосновных носителей вблизи края обедненного слоя нулевая, а (13) определяет скорость поверхностной рекомбинации вблизи омического контакта на тыловой поверхности.

При использовании граничных условий (12), (13) распределение концентрации электронов в однородно легированной базе p -типа имеет вид:

$$n_p - n_{p0} = \frac{\alpha F (1 - R) \tau_n}{\alpha^2 L_n^2 - 1} \exp[-\alpha(W + x_j)] \cdot \left\{ \operatorname{ch} \left(\frac{x - x_j - W}{L_n} \right) - \exp(-\alpha(x - x_j - W)) - \frac{\operatorname{sh} \left(\frac{H'}{L_n} \right) + \alpha L_n \exp(-\alpha H') + \left(\frac{S_n L_n}{D_n} \right) \left[\operatorname{ch} \left(\frac{H'}{L_n} \right) - \exp(-\alpha H') \right]}{\operatorname{ch} \left(\frac{H'}{L_n} \right) + \left(\frac{S_n L_n}{D_n} \right) \operatorname{sh} \left(\frac{H'}{L_n} \right)} \times \operatorname{sh} \left(\frac{x - x_j - W}{L_n} \right) \right\}, \quad (14)$$

где H' – толщина квазинейтральной области базы.

Тогда электронный фототок, который коллектируется на краю обедненного слоя (при $x = W + x_j$), равен:

$$J_n = -qD_n \left(\frac{dn_p}{dx} \right)_{x_j+W} = [qF(1-R)\alpha L_n^2 - 1] \exp[-\alpha(x_j + W)] \cdot \left\{ \alpha L_n - \frac{\text{sh}\left(\frac{H}{L_n}\right) + \alpha L_n \exp(-\alpha H) + \left(\frac{S_n L_n}{D_n}\right) \left[\text{ch}\left(\frac{H}{L_n}\right) - \exp(-\alpha H) \right]}{\text{ch}\left(\frac{H}{L_n}\right) + \left(\frac{S_n L_n}{D_n}\right) \text{sh}\left(\frac{H}{L_n}\right)} \right\}. \quad (15)$$

Фототок обедненного слоя в единичном спектральном интервале равен числу фотонов, поглощаемых в этом слое в единицу времени:

$$J_{dr} = qF(1-R) \exp(-\alpha x_j) [1 - \exp(-\alpha W)]. \quad (16)$$

Полный фототок, возникающий при поглощении света с заданной длиной волны, равен:

$$J(\lambda) = J_n(\lambda) + J_{dr} + J_p(\lambda). \quad (17)$$

Спектральный отклик SR равен $J(\lambda)$, деленной на qF , при наблюдаемом (внешнем) отклике, или деленной на $qF(1-R)$, – при внутреннем спектральном отклике:

$$SR = \frac{J_n(\lambda) + J_{dr} + J_p(\lambda)}{qF(\lambda)[1-R(\lambda)]}. \quad (18)$$

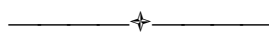
При известном спектральном отклике полная плотность фототока, возникающего при облучении светом со спектром $F(\lambda)$, равна:

$$J_L = q \int_0^{\lambda_m} F(\lambda) [1 - R(\lambda)] SR(\lambda) d\lambda, \quad (19)$$

где λ_m – красная граница поглощения, которая определяется шириной запрещенной зоны полупроводника. Для получения максимального значения J_L нужно уменьшать $R(\lambda)$ и повышать SR на всем диапазоне длин волн $0 < \lambda < \lambda_m$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sze C. M. Physics of semiconductor devices. Third edition. Published by John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2007.
2. Пухтин А. Н. Оптическая и квантовая электроника. М.: Высш. шк., 2001. 573 с.: ил.
3. Солнечные батареи [Электронный ресурс]. URL: <http://solarb.ru/solnechnye-batarei-novogo-pokoleniya>.



*Д-р техн. наук, профессор ХАСЦАЕВ Б. Д.,
канд. техн. наук, доцент КАБЫШЕВ А. М.,
канд. техн. наук, доцент ДЕДЕГКАЕВА Л. М.*

РАЗРАБОТКА ИМПЕДАНСНЫХ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ КАЧЕСТВА АЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

Исследована возможность определения качества и марки алкогольных напитков путем измерения частотных характеристик активной и реактивной составляющих импеданса пробы этих напитков в диапазоне частот от 0,5 до 10^5 Гц. Рассмотрены два варианта построения анализаторов, обеспечивающих с высокой точностью измерение указанных величин. Оба варианта реализованы на основе измерительной цепи, работающей в режиме неуравновешивания с целью построения анализаторов с более простой электронной схемой.

Ключевые слова: *импеданс, составляющие импеданса, электрическая модель, электрохимическая ячейка, импедансный анализатор.*

B. D. Khastsaev, A. M. Kabyshev, L. M. Dedegkaeva

DEVELOPMENT OF IMPEDANCE MICROPROCESSOR-BASED ANALYZERS OF THE QUALITY OF ALCOHOLIC BEVERAGES

The possibility of determining the quality and brand of alcoholic beverages by measuring the frequency characteristics of the active and reactive components of the impedance of the sample of these drinks in the frequency range from 0.5 to 105 Hz. Two variants of construction of the analyzers providing with high accuracy measurement of the specified sizes are considered. Both options are implemented on the basis of the measurement chain, operating in the mode of unbalance, with the aim of building parsers with a simple electronic circuit.

Keywords: *impedance components of the impedance, an electrical model of the electrochemical cell, the impedance analyzer.*

Введение

Импедансный метод все больше и больше завоевывает популярность благодаря своим уникальным возможностям. В последние годы он успешно внедряется и в такую весомую область, как определение качества водно-спиртовых напитков и других алкогольных напитков (АН) и исключение из оборота некачественных АН [1–3]. Последнее обеспечивает существенное сохранения здоровья населения. Подробнее всего указанная область применения импедансного метода рассмотрена в [3]. Как отмечено в работе, наиболее важен экспресс-анализ как марок АН, так и определение присутствия в них токсичных примесей. Чаще всего к их числу относятся метанол, ацетон,

альдегиды, эфиры, сивушные масла. Напомним, что традиционный контроль АН предусматривает использование химических методов анализа, проведение которых возможно только в специальных лабораториях и в течение длительного времени. Эти причины исключают возможность проведения экспресс-анализа АН. Поэтому разработаны и другие пути контроля АН. Так, для оперативной диагностики АН применяются сенсорные методы экспресс-анализа, положенные в основу работы приборов типа «электронный нос». Эти приборы используются для распознавания марок вин и коньячных АН по их запаху. К числу недостатков таких приборов относятся их относительная сложность, необходимость подготовки набора чувствительных элементов и низкая воспроизводимость результатов анализа АН с большим процентным содержанием спирта.

Сказанное подтверждает необходимость разработки других оперативных методов экспресс-анализа и создания на этой основе перспективных приборов, способных оперативно идентифицировать и с высокой точностью определять качество АН.

Принципы построения импедансных анализаторов качества АН

Анализ литературных источников позволил заключить, что импедансный метод для экспресс-анализа качества и для определения марок АН является наиболее целесообразным. Метод был упомянут выше. Как известно, он основан на анализе частотных характеристик активной и реактивной компонент электропроводности исследуемых проб АН в определенном диапазоне частот. Такой процесс исследования и диагностики АН принято еще называть импедансной спектроскопией [3].

Таким образом, настоящая работа, посвященная исследованию возможностей импедансного метода для решения задачи определения качества АН и идентификации разных марок АН, рассмотрению приборного обеспечения этого метода, является актуальной.

Построение анализатора возможно на основе разных измерительных цепей, работающих в разных режимах работы [3]. Наиболее интересные варианты построения анализаторов рассматриваются в [3] и в [4–9], краткое сравнение этих анализаторов приводится ниже.

Первый анализатор предназначен в большей мере для экспресс-анализа марок водочных изделий и реализован на базе измерительной цепи, работающей в режиме неуравновешивания. Результаты исследования этого прибора подробно приведены в [3]. Здесь отметим, что в анализаторе предусмотрено помещение образца АН в электрохимическую ячейку (ЭХЯ) с двумя плоскими металлическими (золотыми) электродами с эффективной площадью порядка 1 см^2 и расстоянием между ними около 2 мм. Параметры электрической эквивалентной схемы ячейки зависят от состава и консистенции исследуемой пробы АН, а также от присутствия в ней примесей. При этом характерными являются частотные зависимости этих параметров и наличие резонансного пика электрической добротности на определенной частоте, соответствующей минимуму диэлектрических потерь.

Так как для изготовления АН используется вода из разных источников и, следовательно, с разным минеральным составом, разные по происхождению

спирты, а также разная технология производства спирта, то это приводит к различным значениям параметров электрической модели электрохимической ячейки. Поэтому частотные зависимости активной и реактивной составляющих импеданса для разных типов АН будут отличаться как по величине, так и по положению резонансного пика, что позволяет проводить идентификацию АН путем анализа полученных для них частотных характеристик импеданса.

Анализатор предусматривает измерение полного импеданса анализируемого АН в диапазоне частот от 0,5 Гц до 150 кГц. Структурная схема прибора приведена на рис. 1. Микропроцессорное устройство (МПУ) осуществляет генерацию синусоидальных сигналов необходимой частоты, которые с помощью цифро-аналогового преобразователя (ЦАП) преобразуются в ступенчатый сигнал и затем подаются на вход фильтра низких частот (ФНЧ), выделяющего необходимую основную гармонику. Полученный синусоидальный сигнал поступает на вход исследуемой жидкостной пробы АН. Выходной сигнал снимается с резистора R_H . Входной и выходной сигналы синхронно оцифровываются двухканальным аналого-цифровым преобразователем (АЦП), и полученные дискретные значения поступают на МПУ, где с помощью цифровой фильтрации определяются их амплитуды U_{BX} , U_H и фазовый сдвиг. Далее рассчитывается полный импеданс \dot{Z} исследуемого образца из соотношения:

$$\dot{Z} = \frac{\dot{U}_{BX} - \dot{U}_H}{\dot{i}} = \frac{\dot{U}_{BX} - \dot{U}_H}{\dot{U}_H} R_H = R + jX, \quad (1)$$

где R, X – соответственно, активная и реактивная составляющие импеданса ЭХЯ.

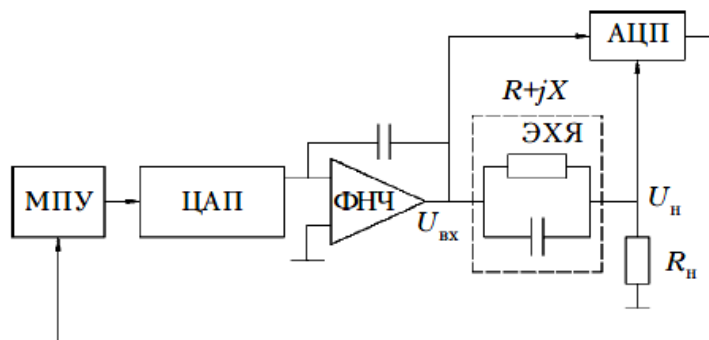


Рис. 1. Структурная схема многопроцессорного анализатора

Как отмечено в [3], схема устройства может быть условно разделена на два взаимосвязанных блока: блок генератора гармонического сигнала и блок анализатора сигнала, прошедшего через исследуемый образец. МПУ фактически состоит из пяти микропроцессоров: одного главного и четырех вспомогательных. Главный микропроцессор осуществляет генерацию гармонического сигнала, а также управление блоком анализатора, содержащего АЦП и вспомогательные процессоры. Главный процессор связывается с сопряжен-

ной ЭВМ через последовательный интерфейс и со вспомогательными процессорами через шину SPI. Управление работой измерителя и вторичная обработка результатов измерения (включая собственно вычисление импеданса) осуществляется с помощью программного обеспечения ЭВМ.

В [3] также рассмотрены функции главного микропроцессора и результаты экспериментальных исследований семи марок водки разных производителей.

Более перспективным вариантом микропроцессорного анализатора представляется анализатор, построенный на базе одного микропроцессора, структурная схема которого приведена на рис. 2.

На рисунке приняты следующие сокращения: МП – микропроцессор, используемый для проведения всех необходимых вычислений и для обеспечения согласованной работы узлов анализатора; Р – резонатор, обеспечивающий высокую стабильность тактовой частоты устройства; ОЗУ – оперативное запоминающее устройство, предназначенное для временного хранения результатов измерений и пр.; ПЗУ – постоянное запоминающее устройство, применяемое для хранения значений констант и данных о конфигурациях знаков используемого алфавита; ППА – параллельно-программируемый адаптер, обеспечивающий прием и передачу данных; ОИ – объект исследования (в данном случае, проба АН), параметры которого измеряются; АЦП – аналого-цифровой преобразователь, предназначенный для преобразования аналоговых сигналов, поступающих от измерительной части с ОИ, в кодовые (цифровые) сигналы; ВМ – выпрямительный мост, обеспечивающий выпрямление переменного напряжения в постоянное; УМТ – усилитель малых токов; ШР – шунтирующий резистор, ТК1–ТК4 – транзисторные ключи, ТК1А–ТК4А и ТК3Б–ТК4Б – группы транзисторных ключей, работающих в режиме логического элемента «И», СОИ – средство для визуального отображения измеряемой информации.

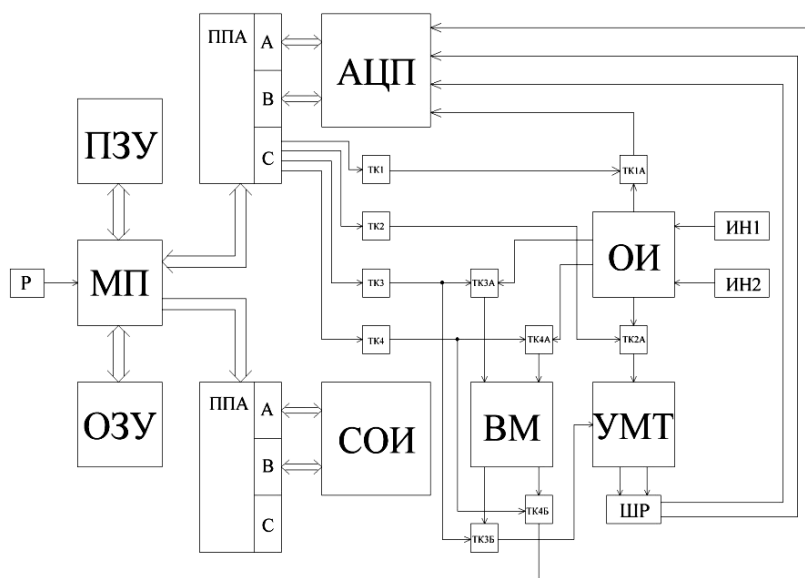


Рис. 2. Структурная схема одноконтроллерного анализатора

Алгоритм работы анализатора предусматривает выполнение ниже перечисленных шагов.

1. Проведение измерений на постоянном токе с целью определения активной составляющей импеданса пробы АН:

1) открытие с помощью ППА ключа ТК1, который разрешает подачу постоянного напряжения с ИН1 на ОИ, затем подачу сигнала постоянного напряжения на АЦП, который преобразует его в двоичный код, попадающий через ППА на обработку в МП. Далее этот код записывается в ячейку ОЗУ и выводится через второй ППА на СОИ;

2) открытие ППА ключа ТК2, который обеспечивает через ТК2А доступ сигналу постоянного тока от ОИ к УМТ, преобразование сигнала на основе АЦП, с выхода которого двоичный код поступает на МП, записывается в ОЗУ и выводится на СОИ.

2. Проведение измерений на переменном токе с целью определения полного сопротивления ОИ.

1) приведение в активное состояние с помощью ППА ТК3, который подключит ИН2 к ОИ, и повторится весь процесс аналогично тому, как описано в п. 1, за исключением того, что сигнал переменного напряжения вначале проходит через МВ;

2) с помощью ППА приведение в активное состояние ТК4, который открывает доступ сигналу от ОИ через МВ к усилителю постоянного тока, и процесс повторяется аналогично описанному в п. 2.

К числу достоинств второго анализатора по сравнению с первым следует отнести в первую очередь его реализацию на базе одного микропроцессора. Более подробная информация о втором анализаторе приведена в [9].

Заключение

Рассмотренный материал позволяет сделать вывод о возможности создания сравнительно простых анализаторов идентификации АН. Первый и реально созданный прибор позволил провести экспресс-анализ и сделать оперативную оценку рассмотренных образцов напитков. Более того, важно, что собранная при этом информация может быть в дальнейшем использована для детальной проверки некондиционных АН с помощью традиционных химических методов анализа.

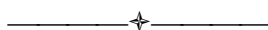
Результаты тестирования прибора и алгоритмов идентификации, приведенные в [3], позволяют сделать вывод о высоких информативных свойствах импедансного метода, предусматривающего проведение экспресс-анализа в диапазоне частот. Следует отметить и то, что существуют и возможность и целесообразность разработки простых и портативных приборов с интегрированными средствами обработки результатов измерений и невысокой для серийного производства себестоимостью.

Предложенные принципы построения анализаторов для реализации импедансного метода достаточно корректны и обеспечивают разработку анализаторов с широкими функциональными возможностями и высокими метрологическими характеристиками.

Представляется неоспоримым вывод о большой значимости применения импедансного метода для исследования и диагностики различных марок АН.

ЛИТЕРАТУРА

1. Позняковский В. М., Помазова В. А., Кисилева Т. Ф., Пермякова Л. В. Экспертиза напитков. Новосибирск: Изд-во Новосибирского ун-та, 1999.
2. Заворотный А. Л., Кошец И. А., Белов Ю. А. и др. Новый подход к распознаванию запахов с помощью математической обработки по данным обонятельных рецепторов // Математическое моделирование. 2005. Т. 17, № 3. С. 75–82.
3. Кукла А. А., Павлюченко А. С., Майстренко А. С., Мамыкин А. В. Импедансный анализатор для идентификации марок водно-спиртовых напитков // Технология и конструирование в электронной аппаратуре. 2012. № 1. С. 15–21.
4. *Khastsaev B. D., Khastsaev M. B.* Application information properties of the impedance in medicine and biology. Monograph. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2013. P. 96.
5. *Khastsaev B. D., Khastsaev M. B.* Quasiregulatory linearized multi-electrode converter of the impedance parameters for ACS // Devices and systems. Management Control Diagnosis. 2010. № 5. Pp. 36–38.
6. *Khastsaev B. D., Bolotaeva I. I., Rutkowski L. A., Kovalyov M. A.* Identification parameters of calcification process in the rotary kiln as an object with distributed parameters // F-L: Non-ferrous metallurgy. № 2. 2014. Pp. 31–36.
7. *Khastsaev B. D., Khastsaev M. B.* Method for impedance measurements in many points of the object and device for its implementation/ Patent of Russian Federation № 2510032. Publ. 20.03.2014.
8. *Khastsaev B. D.* Development of intellectual capacitance and conductivity of the studied objects // Scientific proceedings of the Kabardino-Balkarian state University, KBR. 2015. Pp. 38–43.
9. *Khastsaev B. D., Dedegkaeva K. M., Korolev A. L., Abaev A. I.* Design of microprocessor based multimeter at the structural level // Science and Technology. 2016. № 2. Pp. 22–29.



УДК 656(06)

Ст. преподаватель ХАДИКОВ М. К.

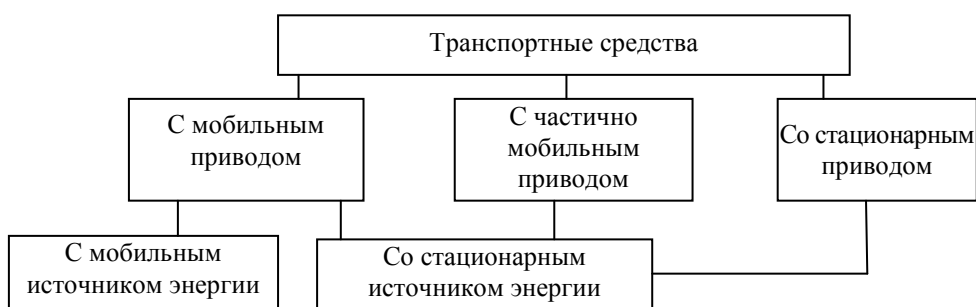
**КЛАССИФИКАЦИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ
ПО МОБИЛЬНОСТИ ИХ СТРУКТУРНЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ**

Многообразие транспортных средств, отсутствие их единой классификации затрудняет проводить общий эколого-экономический анализ, выявлять приоритетные варианты и конструкции. Предложена классификация транспортных средств по мобильности их структурных составляющих, которая может быть использована как при анализе существующих транспортных средств, так и при формировании принципов проектирования и способов оценки новых транспортных средств и систем.

Ключевые слова: транспортное средство, привод, энергия, эколого-экономический анализ, мобильность.

В транспортных средствах можно условно выделить стационарную и мобильную составляющие. Стационарная составляющая – это составляющая (часть общей конструкции транспортного средства), которая не участвует в перемещении транспортного средства; мобильная составляющая – это составляющая, которая перемещается вместе с транспортным средством.

Транспортные средства различного типа можно классифицировать по мобильности их структурных составляющих (рисунок, таблица). Согласно рисунку транспортные средства могут быть: I тип – с мобильным приводом и мобильным источником энергии, т. е. все составляющие транспортного средства перемещаются вместе с ним; II тип – с мобильным приводом и стационарным источником энергии, т. е. привод (двигатель, механическая передача и т. п.) перемещается вместе с транспортным средством, а источник энергии является стационарным. К I типу относятся: автомобили, морские и воздушные суда, вертолетный транспорт, специализированные промышленные средства (тракторы, комбайны и т. п.).



Классификация транспортных средств по мобильности их структурных составляющих

Тип транспортного средства			
Мобильный привод, мобильный источник – I тип	Мобильный привод, стационарный источник энергии – II тип	Частично мобильный привод, стационарный источник энергии – III тип	Стационарный привод, стационарный источник энергии – IV тип
Автомобили; воздушные, морские суда; вертолетный транспорт и др.	Поезда электрифицированной железной дороги; метро; троллейбусы; электровозная откатка на горных предприятиях и т. п.	Грузопассажирский трубопроводный транспорт	Канатные дороги, наклонные подъемники; лифты, эскалаторы, транспортеры; трубопроводный транспорт жидкости и газа

Ко II типу относятся: поезда электрифицированной железной дороги, метро, троллейбусы, электровозы контактной откатки горного предприятия и т. п. Например, в поездах метро электродвигатели с соответствующими механическими передачами перемещаются вместе с транспортным средством (поездом), а источник энергии – тяговая подстанция – является стационарным, не перемещающимся устройством; электрическая энергия передается с помощью токоведущего провода, с которым контактирует движущийся токосъемный контакт, и рельсов, электрически соединенных с тяговой подстанцией.

Далее можно выделить транспортные средства с частично мобильным приводом и стационарным источником энергии (тип III). К нему относится перспективный на взгляд многих специалистов грузопассажирский трубопроводный транспорт. Движущим элементом в этом случае является, как известно, линейный электродвигатель.

Следующий (IV тип) объединяет транспортные средства со стационарным приводом и стационарным источником энергии, к которым относятся канатные дороги, наклонные подъемники, лифты, транспортеры, эскалаторы, трубопроводный транспорт жидкости и газа и др. Движущими составляющими транспортных средств в этих случаях являются кресла, корпус, лента, транспортеры и т. п. В некоторых случаях транспортируемый материал перемещается самостоятельно по направляющим (например, передача жидкости и газов по трубам).

При движении автомобиля (I тип по предложенной классификации) происходит перемещение корпуса, двигателя (привода), источника энергии (бензобака) и пассажиров с полезным грузом. Общую работу $A_{ам}$, совершаемую при движении автомобиля, можно ориентировочно представить как сумму:

$$A_{ам} = A_k + A_{np} + A_э + A_{пл}, \quad (1)$$

где A_k представляет собой работу, совершаемую при перемещении корпуса автомобиля;

A_{np} – работа привода (двигателя);

$A_э$ – работа источника энергии (бензобака с топливом);

$A_{пл}$ – пассажиров с полезным грузом.

Анализируя (1), можно сделать вывод, что из всех составляющих полезной является только работа $A_{пл}$. Расчеты показывают, что она составляет приблизи-

тельно 20–30 % от общей затраченной работы (при полной загрузке автомобиля – 5 человек) и 10–15 % при наличии в автомобиле только одного водителя.

При движении троллейбуса энергия передается от контактных проводов к электродвигателю, установленному в троллейбусе, с помощью токосъемных скользящих контактов. Источник энергии (электрическая подстанция) является стационарным, а привод (электродвигатель) – мобильным, перемещающимся вместе с троллейбусом (II тип транспортных средств).

Общую работу A_{mp} по перемещению транспортного средства можно ориентировочно представить суммой:

$$A_{mp} = A'_k + A'_{np} + A'_{nl} + A'_{np}, \quad (2)$$

где A'_k, A'_{np}, A'_{nl} – работа по перемещению корпуса, привода (электродвигатель с передачами) и полезного груза (пассажиры), соответственно;

A'_{np} – часть работы, учитывающая потери энергии при ее передаче от источника к транспортному средству.

Полезная работа в этом случае может составить (в зависимости от загрузки троллейбуса) ориентировочно 40–50 %. Сравнивая (1) и (2), можно констатировать, что в выражении (2) отсутствует слагаемое A'_s , соответствующее работе по перемещению источника энергии, так как он является стационарным и не перемещается при движении транспортного средства, как это было в предыдущем случае. Доля дополнительного слагаемого A'_{nl} , учитывающего электрические потери при передаче энергии электродвигателю транспортного средства, как показывают расчеты, существенно меньше составляющей A'_{np} в формуле (1).

Применение поездов электрифицированного железнодорожного транспорта и поездов метро принципиально не отличаются от рассмотренного типа, так как и в том и другом случае источники питания и энергии остаются стационарными; существенное отличие заключается в использовании одного контактного провода и одного токосъемника, вместо двух, как в случае с троллейбусным транспортом. Суммарная работа определяется по формуле (2).

Довольно интересным, и по мнению некоторых специалистов – перспективным, является случай с частично мобильным приводом. К нему относится грузопассажирский трубопроводный транспорт, движущим элементом которого, как известно, является линейный электродвигатель. Неподвижная часть двигателя распределена по всей трассе и представлена установленными на определенном расстоянии одна от другой катушками – соленоидами, – которые включаются через накопительные конденсаторы последовательно, по мере прохождения мимо них капсулы с человеком (или грузом). Перемещение капсулы осуществляется за счет того, что замкнутый электропроводящий виток, расположенный на капсуле, выталкивается в область с меньшей интенсивностью магнитного поля, образуемого электромагнитными катушками.

Таким образом, в рассматриваемом случае одна часть привода расположена на перемещающемся элементе транспортного средства, а другая является неподвижной, распределенной по всей трассе (по всему маршруту движения).

К преимуществам магистрального трубопроводного пассажирского транспорта можно отнести: высокую скорость, высокую пропускную способность, положительные экологические характеристики, в частности, практи-

ческое отсутствие выбросов в атмосферу вредных веществ и др. Недостатками трубопроводного транспорта является сложность реализации технических решений, высокие требования к надежности, безотказности, качеству отдельных элементов и составляющих транспортной системы, сложность эвакуации пассажиров из трубопровода в сложных экстремальных случаях и др. Тем не менее существует мнение, что этому виду транспорта не существует альтернативы как транспорту будущего.

К транспортным средствам со стационарным приводом и стационарным источником энергии относятся: канатные дороги, подъемники, лифты, трубопроводные системы для перекачки жидкостей и газов и др.

Различие транспортных средств по мобильности их структурных составляющих позволяет оценить с этой точки зрения такие их характеристики, как энергоемкость (удельный расход энергии на единицу расстояния и единицу полезного груза), экологическую совместимость (экологичность), рентабельность и др.

Оценку энергоемкости функционирования транспортного средства можно сделать по количеству затраченной энергии на единицу массы полезного груза при его перемещении на единицу расстояния (например, энергия, затраченная при перемещении 1 т полезного груза на 1 км). Как видно из формулы (1), при перемещении полезного груза, например, автотранспортным средством затрачивается энергия не только на перемещение полезного груза, но и на перемещение корпуса транспортного средства, его привода и источника энергии. Если рассмотреть, например, грузопассажирский наклонный лифт, то при его функционировании затрачивается энергия на перемещение кабины (корпуса) лифта, людей и полезного груза и не затрачивается на перемещение привода (электродвигателя, механической передачи), источника энергии (преобразовательной электрической подстанции). Можно, таким образом, утверждать, что при прочих равных условиях энергоемкость функционирования наклонного лифта будет меньше энергоемкости функционирования автомобиля, при подъеме на одну и ту же высоту одного и того же груза.

Разница в энергоемкости транспортных средств неизбежно сопровождается и разницей в их экологических характеристиках. Если пока не рассматривать возможность использования возобновляемой энергии, то чем больше энергоемкость, тем больше и отрицательное техногенное воздействие функционирования соответствующего транспортного средства на окружающую среду.

Это воздействие зависит также от вида используемой энергии. В транспортных средствах II, III и IV типов используется в основном электрическая энергия. В транспортных средствах I типа используется, как правило, энергия окислительной реакции углеводородов, что по своим экологическим характеристикам существенно ниже использования электрической энергии. Это положение усугубляется на фоне повышенной энергоемкости транспортных средств I типа.

В свете наметившейся тенденции использовать в автомобилях электрическую энергию, в самолетах – возобновляемую энергию солнечного потока и тому подобное можно ожидать уменьшение негативного воздействия на окружающую среду транспортных средств I типа.

Продолжая сравнительный анализ транспортных средств различного типа, можно отметить некоторую ограниченность в сфере применения транспорт-

ных средств II, III и IV типов. Если транспортные средства I типа могут применяться независимо от того, есть или нет непосредственная связь с ними стационарных источников энергии, то для транспортных средств II, III и IV типов необходимо иметь стационарные источники энергии, представляющие собой вместе с транспортным средством единую транспортную систему, а в случае транспортных средств II и III типов следует предусмотреть и возможность передачи энергии по всему маршруту перемещения транспортных средств.

Указанное обстоятельство существенно уменьшает область применения транспортных средств II, III и IV типов, несмотря на их достаточно обоснованную привлекательность.

Существенным фактором оценки транспортного средства того или иного типа является скорость перемещения (скорость движения). Скорость движения транспортного средства I типа ограничивается, в частности, наличием перемещающихся с транспортным средством привода и источника энергии. Однако это ограничение менее существенно, чем ограничение, вызванное механическими характеристиками транспортных систем, использующих транспортные средства II–IV типов. Например, для транспортных средств II типа, использующих только съемные движущиеся контакты, фактором, ограничивающим скорость, может быть зависимость надежности электрического контакта токосъемника с токоведущим неподвижным элементом: чем выше скорость перемещения токосъемного элемента, тем выше вероятность нарушения электрического контакта.

Если говорить о канатных дорогах, наклонных подъемниках, эскалаторах, то там основным сдерживающим фактором в отношении увеличения скорости является безопасность транспортной системы и надежность работы ее механических узлов. Рентабельность и перспективность транспортных средств того или иного типа определяются совокупностью технических, эксплуатационных, эколого-экономических и других характеристик, соответствием транспортного средства современным требованиям и другим параметрам.

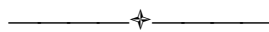
Предложенная классификация транспортных средств по мобильности их структурных составляющих может быть использована как при анализе существующих транспортных средств, так и при формировании принципов проектирования и способов оценки новых транспортных средств и систем.

Она хотя и является открытой – допускающей изменения и дополнения, – тем не менее является достаточно полной, охватывающей практически все существующие и планируемые в ближайшем будущем транспортные средства.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Петров Ю. С., Хадиков М. К.* Экологическая совместимость как понятие общей и прикладной экологии (на примере транспортной системы горного региона) // Вестник МАНЭБ. Т. 20, № 3, 2015. С. 82–84.
2. *Караев Ю. И., Хузмиев И. М., Петрова В. Ю.* Анализ экологических рисков в электроэнергетике горных территорий РСО-Алания // Устойчивое развитие горных территорий. 2012. № 3 (13). С. 169–174.
3. *Алборов И. Д., Тедеев Ф. Г., Суншев С. А.* Экология при автотранспортном освоении горных территорий // Труды СКГМИ (ГТУ). 2009. Выпуск 16. С. 193–196.

4. Хадиков М. К. Влияние транспортной системы на устойчивое развитие горного региона // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Наука, образование, культура и информационно-просветительская деятельность – основа устойчивого развития горных территорий». Владикавказ, 2015. С. 359–364.



УДК 656.13

Канд. техн. наук, профессор ЦОРИЕВ С. О.

ВОПРОСЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ДЕТЕЙ В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ

В статье рассматриваются вопросы: обеспечения безопасности при организованной перевозке детей в условиях горной местности; надежности водителя и транспортных средств; соответствия автобусов, на которых перевозятся дети в РСО-Алания, требованиям законодательства Российской Федерации – постановлению Правительства РФ от 17.12.2013 г. № 1177 «Об утверждении Правил организованной перевозки группы детей автобусами»; обучения водителей умению пользоваться огнетушителями; обязательного оснащения автобусов тахографами; оптимальной информационной нагрузки на водителя на горных дорогах.

Ключевые слова: *организованная перевозка детей, дорожное движение, пропускная способность, проезжая часть дороги, тахограф.*

S. O. Tsoriev

SECURITY ISSUES WHEN TRANSPORTING CHILDREN IN MOUNTAINOUS AREAS

This article discusses the issues: security organized the transport of children in mountainous terrain; the reliability of the driver and vehicles; conformity of buses carrying children RNO-Alania, the requirements of the legislation of the Russian Federation – Russian Federation Government Decree No. 1177 17.12.2013 «On approving the rules of organized transport groups of children by bus»; driver training skills to use fire extinguishers; mandatory equipment buses tachographs; best information on load driver on mountain roads.

Keywords: *children traffic, bandwidth, carriageway roads, tachograph.*

Вопросы обеспечения безопасности детей при организованной их перевозке всегда являлись и являются важнейшими задачами в любых условиях перевозки (в горной местности или на равнине). Только на горных дорогах задача обеспечения безаварийной перевозки значительно усложняется из-за рельефа местности и наличия серпантинов на дороге. Серпантин – это извилистая горная дорога, опоясывающая гору (или её участки, образующие крутые витки, петли). Поездки по горным дорогам для водителя являются более

трудоемкими и сопровождаются ббльшим нервно-психическим напряжением, чем на равнине, вследствие более высокой опасности этих дорог.

В целом безопасность движения на дорогах зависит от безотказной работы всех звеньев комплекса (системы) «водитель – автомобиль – дорога – среда движения». Надежность работы этой системы должна быть обеспечена, с одной стороны, технической надежностью автомобиля и качеством дорожного полотна, а с другой стороны – правильностью действий водителя в различных дорожно-транспортных ситуациях, то есть надежностью водителя. Главным звеном в этой системе является водитель, под надежностью которого понимается его способность непрерывно проводить мониторинг дорожной ситуации, своевременно и правильно оценивать ее, выбирать в каждый момент времени оптимальный режим движения и избегать дорожно-транспортных происшествий. Правила дорожного движения [1] возлагают на водителя обязанность следить за техническим состоянием автомобиля, поэтому он несет ответственность за надежность автомобиля: ни один руководитель не может заставить водителя сесть за руль неисправного автомобиля. Воспитанный в духе ответственности водитель не будет эксплуатировать техническое средство, если обнаружит какие-то неисправности в нем, однако на практике встречаются и другого типа водители – безответственные.

Недавно (24.04.2018 г.) Комитет по промышленности, транспорту, связи и предпринимательству Парламента РСО-Алания провел заседание «круглого стола» на тему: «Соблюдение законодательства в сфере обеспечения безопасности при осуществлении организованных перевозок групп детей автомобильным транспортом», где рассматривались основные проблемы соответствия транспортных средств задачам перевозки групп детей, а также вопросы надежности водителей, работающих на автобусах, обслуживающих детей.

В основном обсуждались вопросы: обеспеченности общеобразовательных школ специальными автобусами; организации перевозок групп детей и технического состояния автомобильного парка, задействованного в перевозках детей. Общее количество детей, перевозимых образовательными организациями РСО-Алания, составляет 2442 ребенка. Организованные перевозки детей в государственных и муниципальных образовательных организациях РСО-Алания осуществляются 138 автобусами, из которых тахографами оснащены 78,2 %, системой ГЛОНАСС – 62,3 %, огнетушителями и аптечками – все автобусы. В процессе обсуждения выступающие утверждали, что к управлению автобусами допускаются только те водители, которые имеют соответствующий стаж работы водителем, не привлекались к административной ответственности за нарушение Правил дорожного движения, не имеют судимости, не состоят на учете в наркологическом и в психиатрическом диспансерах. С этой точки зрения все выглядит хорошо.

Было доложено, что подавляющее количество автобусов, переданных школам, устарели физически и морально, поэтому не соответствуют требованиям Постановления Правительства РФ от 17.12.2013 г. № 1177 «Об утверждении Правил организованной перевозки группы детей автобусами» [2] (с изменениями на 17.04.2018 г.). В соответствии с требованиями этого постановления для осуществления организованной перевозки групп детей должны использоваться автобусы, с года выпуска которых прошло не более

10 лет и которые соответствуют по конструктивному исполнению техническим требованиям, предъявляемым к автобусам для перевозки детей, допущены в установленном порядке к участию в дорожном движении и оснащены в установленном порядке тахографами, а также аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS. Подавляющее число автобусов в автопарке РСО-Алания, занятых перевозкой детей, находятся в эксплуатации более 20 лет, следовательно – не пригодны для перевозки детей.

Проблема старения автобусов возникла не сегодня – десятилетиями про эту проблему забывали и не решали. В 2017 г. новое руководство Министерства образования и науки РСО-Алания направило заявку в Департамент государственной политики в сфере общего образования Министерства образования и науки РФ о выделении 12 автобусов для школ РСО-Алания на 2017 г. Заявка удовлетворена почти полностью. В соответствии с распоряжением Правительства РФ от 6.09.2017 г. Республике Северная Осетия-Алания выделено 10 автобусов, которые уже распределены между образовательными учреждениями и эксплуатируются.

В 2019 г. весь автобусный парк за исключением этих 10 автобусов не будет соответствовать требованиям вышеуказанного постановления Правительства РФ и республика окажется перед сложнейшей дилеммой: возить детей с нарушением Постановления Правительства РФ или не возить детей, кроме как на этих 10 автобусах. Как будет решаться этот вопрос – время покажет. Пока же Правительству РСО-Алания необходимо в срочном порядке просить у Правительства РФ около 100 автобусов на следующий год.

Министерство образования и науки РСО-Алания поставило перед организаторами перевозок групп детей следующие задачи:

- строго контролировать исполнение всех требований «Правил организованной перевозки детей автобусами»;
- обеспечить в автобусах исправную работу спутниковой системы навигации ГЛОНАСС, тахографов, ремней безопасности, огнетушителей и запасных выходов;
- укомплектовать автобусы медицинскими аптечками.

Поставленные задачи являются своевременными и необходимыми, но возникают некоторые другие вопросы. Известно, что наличие огнетушителя сегодня является обязательным требованием для всех транспортных средств, однако огнетушитель сам не тушит возгорание, тушить должен водитель, умеющий им владеть. Считаю, что водителей необходимо проверять на умение владеть огнетушителем. Не все так просто, как кажется на первый взгляд. Несколько лет тому назад я был свидетелем того, как загорелся автобус, на котором привезли студентов в поле и в салоне которого имелся исправный огнетушитель. Когда языки пламени вырвались из моторного отсека, водитель выскочил из автобуса и отбежал на 20 м от него и оттуда смотрел на ситуацию. Очевидно, он не умел пользоваться огнетушителем. Горевший мотор мы погасили огнетушителем, но осадок от его поступка остался. Полагаю, что водителей необходимо обучать умению пользоваться огнетушителем. Дело нехитрое, но учить надо. Огнетушитель не должен становиться ненужным предметом в автобусе. Руководителю организации (или ответственному за этот участок работы) необходимо периодически проверять водителей, занятых перевозкой детей, на предмет умения пользоваться огнетушителем.

Трусливых водителей (ненадежных водителей), которые теряются в сложной ситуации, необходимо выявлять и отстранять от работы.

Совершенно правильно Правительство РФ требует наличия тахографа, записывающего скорость движения транспортного средства на дороге. Наличие такой записи дисциплинирует водителей, дает возможность контролирующим органам проверять соблюдение скоростного режима движения на протяжении пути следования. Тахограф – это небольшой измерительный прибор, который контролирует движение автомобиля в пути, регистрирует и сохраняет в памяти важнейшие показатели: скорость движения, соблюдение Правил дорожного движения, режим труда и отдыха.

Известно, что на безопасность движения на дороге в наибольшей степени влияет скорость движения автомобиля, которая зависит от надежности водителя. Наивысшая надежность работы водителя как оператора системы «водитель – автомобиль – дорога – среда движения» соответствует оптимальному уровню информационной нагрузки в пути следования. Слишком малую информационную нагрузку на дорогах с малой интенсивностью движения водитель пытается компенсировать увеличением скорости движения. С увеличением скорости движения возрастает информационная нагрузка. При этом уровень эмоционального напряжения при скорости 100 км/ч соответствует уровню, наблюдаемому у водителей при движении по двухполосной дороге со скоростью 60 км/ч. Опасность заключается в том, что водитель воспринимает высокую скорость как невысокую и у него автоматически устанавливается ритм работы, соответствующий обычной скорости движения на 60 км/ч. Для того, чтобы водитель не увеличивал скорость движения автомобиля, стали устанавливать на автобусы тахографы.

Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий дает основание считать, что наибольшее количество происшествий наблюдается на участках дорог, где водитель испытывает максимальные нервно-психические напряжения. Этим подтверждается, что надежность работы водителя согласуется с одной из основных закономерностей психофизиологии – успешностью выполнения работы в зависимости от психического напряжения. Согласно этой закономерности, имеется некоторое оптимальное значение эмоциональной напряженности водителя, при котором он выполняет работу с наибольшей эффективностью. Превышение или снижение эмоциональной напряженности от этого оптимального уровня, сопровождается ухудшением показателей работы водителя. В исследованиях критериями оценки влияния различных дорожных условий на водителя являются значения психофизиологических показателей, соответствующих оптимальному уровню эмоциональной напряженности. Степень надежности действий водителя необходимо определять исходя из этого показателя, что особенно важно для водителей, эксплуатирующих транспортное средство на горных дорогах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Правила дорожного движения. https://avto-russia.ru/pdd/pdd_rf.html.
2. Постановление Правительства РФ от 17.12.2013 г. № 1177 «Об утверждении правил организованной перевозки группы детей автобусами». <https://268к.56.мвд.рф/news/item>.



КАК ПОВЫСИТЬ УРОВЕНЬ БЕЗОПАСНОСТИ УЧАСТНИКОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

В статье рассматриваются проблемы безопасности дорожного движения и предлагаются мероприятия по обеспечения безопасности участников дорожного движения: обустроить дороги разделительной полосой, выделенной конструктивно; вести пропаганду культуры и безопасности дорожного движения в средствах массовой информации, внедрять в общественное сознание мысль, что проблема обеспечения безопасности участников дорожного движения является всеобщей задачей; отказаться от дробления функций по организации дорожного движения между отдельными ведомствами и передать УГИБДД все функции по организации движения – установку светофоров и дорожных знаков, их обслуживание, нанесение горизонтальной и вертикальной дорожной разметки и пр.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, пропускная способность, проезжая часть дороги, разделительная полоса.

S. O. Tsoriev

HOW TO IMPROVE THE SAFETY OF ROAD USERS

This article discusses the problem of road safety and offers activities to ensure the safety of road users: develop the road dividing strip selected constructively; to promote road safety and culture media, embedded in the public consciousness the idea that the problem of ensuring the safety of road users is a universal goal; to abandon crushing traffic management functions between individual departments and pass UNDER all traffic functions-installation of traffic lights and road signs, their maintenance, application of horizontal and vertical markings, etc.

Keywords: road safety, throughput, carriageway roads, dividing strip.

Вечное и естественное стремление каждого человека к улучшению качества своей жизни привело к перегрузке улиц городов и дорог различными категориями транспортных средств. Соответственно возросло и количество пострадавших в дорожно-транспортных происшествиях. Условия движения, особенно в современных городах, характеризуются возросшей интенсивностью транспортных и пешеходных потоков, что связано с ростом количества транспортных средств. По оценке агентства «Автостат» в 2017 году в России количество зарегистрированных автомобилей превысило 50 млн, из которых более 42 млн приходится на легковые автомобили.

Сколько гибнет людей в ДТП в России? Приблизительные цифры человеческих жертв мы абстрактно представляем. Знаем, что их много, но не осознаем всех масштабов существующей проблемы. Однако именно точное понимание количества унесенных жизней людей может стать надежным средством профилактики неразумного поведения на дорогах.

Известно, что под безопасностью участников дорожного движения понимают степень защищенности его участников (водителей, пассажиров и пешеходов) от дорожно-транспортных происшествий и их последствий [1]. Дорожно-транспортные происшествия являются одной из важнейших мировых угроз. Высокая и все увеличивающаяся интенсивность движения на участках дорог является результатом диспропорции между ростом автомобильного парка и сетью автомобильных дорог, а также результатом несоответствия между транспортной культурой участников движения, техническими характеристиками автомобильного парка и пропускной способностью дорог. Абсолютные показатели аварийности позволяют получить общую картину уровня аварийности, погибших, раненых и провести сравнение показателей, изменяющихся со временем, как, например, на рис. 1. В последние годы наметилась тенденция к снижению количества погибших. Анализ данных, приведенных на рисунке, позволяет сделать вывод, что с 2014 по 2017 г. число погибших уменьшилось с 26 963 до 19 008 человек. Такая статистика позволяет нам надеяться, что при соблюдении определенных правил движения, при той активной работе Правительства РФ, которую оно проводит по снижению количества дорожно-транспортных происшествий, число погибших будет и впредь неуклонно снижаться и может достигнуть в ближайшее время показателей европейских стран. О безопасности дорожного движения в последние годы часто стали говорить и Президент РФ и Председатель правительства РФ, поэтому положение с аварийностью в стране стало улучшаться.



Количество погибших в РФ по годам

Больше всего людей гибнет при лобовых столкновениях автомобилей. Избежать лобовых столкновений на дороге можно, если на ней имеется разделительная полоса, обустроенная должным образом, однако для расширения проезжих частей дорог с обустройством соответствующих разделительных полос требуются значительные денежные средства, которых всегда не хватает у государства. Однако этот вопрос медленно, но все же постепенно решается. Например, дорога между г. Владикавказом и с. Гизель недавно была обустроена таким образом, что лобовых столкновений на ней быть не может, потому что между проезжими частями дороги имеется прекрасная разделительная полоса, предохраняющая автотранспорт от любых лобовых столкновений.

Внимательный человек не может не заметить, что на улицах г. Владикавказа стало дорожных знаков значительно больше. Совершенно недавно установлены дорожные знаки на улицах Кесаева, Ардонская, Калоева, Кольбуса и других, где раньше не было никаких дорожных знаков. Нанесена горизонтальная дорожная разметка там, где раньше не было разметки, обозначены дорожной разметкой пешеходные переходы, появились новые светофоры. За это организаторы дорожного движения заслуживают благодарности горожан.

Анализируя эту работу, нельзя не заметить, что про вертикальную дорожную разметку совсем позабыли. Представляется, что на многих улицах и проспектах на бордюрные камни, которыми отделена проезжая часть от разделительной полосы, необходимо нанести вертикальную разметку хотя бы вблизи перекрестков, потому что на них в период плохой видимости наезжают автомобили, сбивают и даже сдвигают их с места. При этом страдают и водители и пассажиры.

Безусловно, светофоры, дорожная разметка и дорожные знаки дисциплинируют и водителей и пешеходов, вносят определенный порядок в очередность движения и тех и других, спасают нас от ДТП. Они являются благом для всех участников дорожного движения.

Расширяя дороги и обустривая их современными разделительными полосами, нельзя снижать работу по повышению водительской дисциплины (как мужчин, так и женщин), которая в первую очередь зависит от морально-психологического состояния водителя, от его сознательности. Необходимо решительно заняться психологической подготовкой тех, кто рано или поздно станет водителем. И такой подготовкой необходимо начинать заниматься с детского садика, приучая ребенка уважать правила дорожного движения ради сохранения собственной жизни и жизни окружающих его людей. В детском возрасте хорошо усваиваются понятия о том, «что такое хорошо и что такое плохо». Вероятнее всего этим путем удастся воспитать у будущих водителей рассудительность и психологическую устойчивость к быстроизменяющимся дорожным ситуациям. Но как быть с теми, которые уже сегодня являются взрослыми людьми и пользуются автомобилями? Думаю, что воздействовать на психологию человека, внедрять в его сознание понимание серьезного отношения к соблюдению ПДД является повседневной задачей родителей, преподавателей, организаторов дорожного движения, просто старших товарищей. Это – задача на все времена. Нам надо уберечь молодых людей от гибели. Психологическая подготовка водителя как главного элемента повышения надежности водителя должна стать в автошколах основной учебной дисциплиной. Не изучение материальной части автомобиля, а психологическая подготовка. Статистика дорожно-транспортных происшествий свидетельствует о том, что не все в порядке в области психологической подготовки водителей транспортных средств, с выдачей водительских удостоверений, с организацией дорожного движения и другими факторами, влияющими на безопасность дорожного движения. Наиболее общий фактор – это безответственное отношение общества к вопросу обеспечения безопасности участников дорожного движения. Проблему повышения безопасности участников дорожного движения нельзя рассматривать в отрыве от обстановки в стране. Она тесно связана не только с организацией дорожного движения, но и с отношением членов общества к закону, с дисциплиной людей, традициями поведения на ули-

цах и дорогах, традициями поведения за рулем автомашины. Проблема организации дорожного движения из-за своей массовости и важности стала частью работы по укреплению общественной дисциплины и развитию правовой культуры населения. Необходимо искоренять правовой нигилизм, который является чертой характера многих наших соотечественников. Известно, что хорошие традиции поведения на дорогах укоренились среди водителей в Англии и Франции, где они великодушно прощают ошибки друг другу, где никто сознательно не нарушает правила дорожного движения. В нашей стране часто нарушают правила сознательно, поэтому давно назрела проблема более интенсивного воспитания населения по обеспечению безопасности дорожного движения в соответствии с требованиями времени (в соответствии с уровнем автомобилизации и возросшей скоростью движения транспортных средств).

Полагаем, что для решения этой проблемы необходимо принять следующие меры:

1. Внедрение в общественное сознание (граждан, работников органов правопорядка, руководителей различного ранга и работников государственных структур и хозяйствующих субъектов) понимания, что проблема обеспечения безопасности участников дорожного движения сегодня поставлена развитием человечества на уровень задач государственной важности, что это проблема, в решении которой заинтересованы все без исключения. В обществе должно прийти понимание того, что на дорогах идет необъявленная война – война нарушителей ПДД с законопослушными гражданами. В РСО-Алания, где особенно часто гибнут люди в автомобильных авариях, принимаемые воспитательные меры должны опережать темпы автомобилизации.

2. В основе решения вопросов должна лежать централизация управления дорожным движением со стороны государственных органов, а не дробление задач между разными ведомствами. Например, функции по установке и ремонту светофоров необходимо от частных организаций вновь передать ГИБДД, так как посредник в лице АМС между ГИБДД и частной организацией только снижает оперативность в работе по ремонту и замене светофорных объектов и дорожных знаков, приводит к удорожанию работ по их обслуживанию и ремонту. Следовательно, денежные средства на установку и ремонт светофорных объектов необходимо вернуть ГИБДД, как это было раньше, в советское время.

3. Пропаганда культуры и безопасности дорожного движения должна стать ежедневной задачей средств массовой информации и служить одним из важнейших направлений в государственной пропаганде. Для этого необходимо расширять на государственном телевидении показ специальных программ, посвященных этой проблеме. Не нужно стесняться повторения на телевидении кадров аварий, если они могут озадачить водителей и привести к сохранению жизни хотя бы одного человека.

4. Подход к обеспечению безопасности дорожного движения как к проблеме социального обслуживания. Вопросы безопасности должны решаться не только карательными мерами, но и разумной организацией дорожного движения: расширением проезжих частей федеральных, республиканских и муниципальных дорог, в том числе – городских улиц и проспектов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 10.12.1995 г. № 196-ФЗ (ред. 2007 г.).
2. Цориев С. О., Кортиев Л. И. Мероприятия по обеспечению безопасности дорожного движения // Труды СКГМИ (ГТУ). 2013. Выпуск 20. С 155–160.



УДК 656.13

Канд. техн. наук, профессор ЦОРИЕВ С. О.

ОПТИМИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА НЕКОТОРЫХ УЧАСТКАХ УЛИЦ Г. ВЛАДИКАВКАЗА

В статье рассматривается вопрос низкой пропускной способности улиц г. Владикавказа и меры по оптимизации дорожного движения в городе: выполнение местных уширений улиц на длине 50–70 м до перекрестков для организации дополнительной полосы движения; уменьшение ширины бульваров или их снос с целью расширения проезжих частей улицы; расширение проезжих частей улиц за счет уменьшения ширины газонов; принятие законодательных актов местного значения, обязывающих привлекать к экспертизе проектов строительства любых зданий и улиц работников УГИБДД и ученых в области организации дорожного движения с целью определения соответствия плотности сети магистральных улиц и дорог, площади территории городской застройки и достаточности автомобильных парковок на улицах г. Владикавказа.

Ключевые слова: дорожное движение, пропускная способность, проезжая часть дороги.

S. O. Tsoriev

OPTIMIZATION OF TRAFFIC ON SOME SECTIONS OF THE STREETS OF VLADIKAVKAZ

This article deals with the issue of low bandwidth Vladikavkaz streets and traffic optimization measures in local execution: ushirenij streets at 50–70 m to the crossroads for additional lanes for a right turn; reduces the width of the boulevards or demolition with the purpose of expansion of carriageways streets; expansion of carriageways streets by reducing the width of the lawns; adoption of legislative acts of local importance, binding to bring to the examination of projects for the construction of any buildings and streets UNDER the STATE workers and scientists in the field of traffic management with a view to determining whether a plotnosti the network of main streets and roads built-up area and the adequacy of road parking on the streets of Vladikavkaz.

Keywords: traffic, bandwidth, driving part of the road.

На улицах города Владикавказа в последние годы появились новые светофоры, дорожные знаки и горизонтальная дорожная разметка в тех местах улично-дорожной сети, где их раньше не было. Появились разделительные полосы. Однако, выполняя работы по устройству разделительных полос, почему-то заказчик работ не восстанавливает прежнюю ширину проезжих частей на дороге, чтобы количество полос движения на проезжей части не уменьшалось. По нашему мнению, нельзя одно качество дороги улучшать за счет ухудшения другого качества. Если по каким-то причинам ширину проезжей части затруднительно восстановить по всей длине, то необходимо сделать хотя бы местное уширение дороги на длине 50–70 метров до перекрестков, как это сделано в г. Владикавказе у пересечения пр. Доватора с ул. Первомайской. Восстановление количества полос движения хотя бы вблизи перекрестков исключило бы образование заторов у светофоров. Стоять перед светофором несколько светофорных циклов и видеть, как разрешающий сигнал светофора загорается перед тобой несколько раз (например, 5 раз у пересечения ул. Калинина и пр. Коста), но при этом не иметь возможности доехать до светофора, потому что впереди много автомашин, которые не успевают проехать на разрешающий сигнал светофора, является ненормальным явлением на дороге. Такое наблюдалось и на пр. Доватора, на подъезде к перекрестку пр. Доватора – ул. Барбашова, и в иных местах. Одним словом, налицо низкая пропускная способность улиц г. Владикавказа на некоторых участках, особенно там, где пересекаются трамвайные линии.

О трамвайных линиях разговор должен быть особым. Нет пока у города Владикавказа денежных средств для замены трамваев на безрельсовый электрический транспорт – троллейбусы. Эксплуатации трамваев в течение многих десятков лет нас убедили, что на перекрестках, где имеются трамвайные рельсы, проезжая часть никогда не бывает в удовлетворительном состоянии, потому что трамвай из-за своего большого веса продавливает дорожное полотно и рельсы начинают выступать над асфальтобетонным покрытием на 30–50 мм. В некоторых случаях трамвайные рельсы даже рвутся под трамваями, поэтому приходится их периодически сваривать в месте разрыва. Из-за перепада высоты рельсов по отношению к асфальтобетонному покрытию водителям автомобилей приходится переезжать трамвайные рельсы на очень низкой скорости, некоторые почти останавливаются перед ними. В результате безрельсовый транспорт переезжает перекресток со скоростью пешехода, что резко снижает пропускную способность перекрестков.

В обозримом будущем не ожидается снижение веса трамвайных вагонов, поэтому необходимо менять трамваи на троллейбусы, которые никогда не портили и не могут испортить дорожную одежду проезжих частей улиц и проспектов из-за большой площади пятна контакта колес троллейбуса с асфальтобетонным покрытием улицы, следовательно, меньшего удельного давления на покрытие улицы.

Конечно, многое делается по улучшению организации дорожного движения и Администрацией местного самоуправления города и УГИБДД по РСО-Алания, однако все мероприятия по организации дорожного движения с целью увеличения пропускной способности улиц не будут достаточно эффективными, если не начнем в городе Владикавказе расширять проезжие части улиц. Технические возможности для расширения некоторых улиц в г. Влади-

кавказе пока имеются. Решение этого вопроса зависит от работников АМС г. Владикавказа. Однако свое мнение по этому поводу я все же выскажу.

Одним из мероприятий по увеличению пропускной способности улиц является уменьшение ширины бульваров или их снос. Времена изменились: люди приобрели автомашины, и по бульварам давно уже никто не гуляет, разве что по пр. Мира. Возникает естественный вопрос: зачем те бульвары, по которым никто не ходит? И это в то время, когда от тесноты проезжих частей улиц города Владикавказа страдают все: и водители, и пассажиры. Например, зачем они на улицах Тамаева, Миллера, Титова и Калинина? Деревья на них состарились и представляют определенную опасность для людей и транспортных средств. В последнее время в стране стихия разбушевалась, ветер вырывает деревья с корнем или разламывает их, поэтому они стали представлять определенную опасность для людей. В случае сноса или уменьшения ширины бульваров появятся дополнительные полосы движения, что приведет к значительному увеличению пропускной способности указанных улиц. Не сегодня, так завтра это все равно надо будет делать.

В некоторых местах улично-дорожной сети расширение проезжих частей улиц можно провести за счет уменьшения ширины газонов. Например, на ул. Тельмана около СКГМИ (ГТУ) улицу можно расширить на 6 метров и избавиться от заторов на этом участке.

На участке ул. Калоева между улицами Калинина и Кольбуса работники АМС пытаются упорядочить движение путем организации одностороннего движения транспортных средств, однако ничего у них не получается, потому что кто-то снимает запрещающие дорожные знаки. Возможно, снимают потому, что не в том направлении пытаются организовать движение. Если учесть количество транспортных средств, движущихся через перекресток ул. Калинина – пр. Коста, то станет ясно, что имеется острая необходимость разгрузить этот перекресток. Разгрузить перекресток можно, если направить часть транспорта с ул. Калинина направо на ул. Калоева. С ул. Калоева транспорт может выезжать на относительно свободную ул. Ардонскую. В этом случае отпадет необходимость простаивать до 3–5 минут перед перекрестком. По нашему мнению, на указанном участке ул. Калоева необходимо расширить проезжую часть улицы и оставить двустороннее движение. Полагаю, что необходимо срочно расширить проезжую часть ул. Калоева на 6 метров на участке от ул. Калинина до ул. Х. Мамсурова, пока жители домов, расположенных вдоль этой улицы, не застроили газоны по обе стороны от проезжей части капитальными строениями. В наше время такое случается. За примерами далеко ходить не нужно. Можно такие примеры найти прямо на этой улице, пройдя на 3 квартала выше.

По нашему мнению, одной из основных причин нынешнего состояния дорожного движения в городе Владикавказе является отсутствие экспертных заключений дорожников, работников ГИБДД, ученых в области организации дорожного движения на проекты строительства улиц и домов. Известно, что любой проект проходит техническую экспертизу, но сегодня такая экспертиза не включает вопросы оценки архитектурно-планировочных решений с точки зрения организации дорожного движения. Даже сотрудники УГИБДД не принимают участие в такой экспертизе, поэтому проблемы, связанные с низ-

кой пропускной способностью улиц и безопасностью участников дорожного движения, множатся. Мы их наблюдаем при строительстве жилых домов и других объектов, когда захватывается под строительство часть тротуаров или строятся многоэтажные дома слишком близко к проезжей части дорог. Парковочные места для автомобилей у домов не предусматриваются, хотя жильцы и гости, приезжающие к ним, остро в них нуждаются. Отсутствие парковочных мест является одной из причин снижения пропускной способности улиц города Владикавказа.

В прежние времена такая экспертиза не требовалась, потому что транспортных средств было мало, и пропускная способность улично-дорожной сети города удовлетворяла потребностям города. Улично-дорожная сеть составляет часть городской территории, ограниченной красными линиями и предназначенной для движения транспорта и пешеходов; прокладки различных сетей инженерного оборудования; размещения зеленых насаждений. Плотность сети магистральных улиц и дорог на расчетный срок должна приниматься в пределах 2200–2400 м/км² территории городской застройки. Затраты времени на передвижение от мест проживания до мест работы для 80–90 % пассажиров (в один конец) не должны превышать 30 мин в г. Владикавказе.

Сегодня настало время четко определять не только плотность сети улиц в м/км², но и соотношение площади улично-дорожной сети к количеству транспортных средств. Полагаем, что требуется безотлагательно принять закон на уровне Парламента РСО-Алания «Об экспертизе проектных и планировочных решений в РСО-Алания с точки зрения безопасности участников дорожного движения».

В рабочем порядке кафедра ОБДД СКГМИ (ГТУ) готова принять активное участие в разработке указанного закона.

Мы все желаем одного: уменьшить количество ДТП, сберечь жизни и здоровье людей. И если законодатель ужесточает штрафные санкции за определенные виды нарушений, то лично я всегда «за». Нельзя не похвалить работников ГИБДД за хорошую работу по снятию тонировки с лобовых (ветровых) стекол и со стекол передних дверей автомашин. Это значительно улучшило обзорность всем водителям, принимающим участие в дорожном движении, следовательно, привело к снижению количества ДТП. Снимали тонировку с машин работники ГИБДД активно. Молодцы. К сожалению, до конца работу не довели: все еще попадаются автомашины, на которых эти стекла остаются тонированными. Их немного, но они есть. Я думаю, что скоро все поймут, что тонировку надо снимать со всех стекол. Разъяснительную работу в этом направлении необходимо вести в средствах массовой информации более активно.

Иногда водителей наказывают за мельчайшие нарушения, за которые законодателем не предусмотрен штраф. Прекрасно, что в городе и в республике в некоторых местах установлены стационарные комплексы видеофиксации нарушений Правил дорожного движения РФ с централизованной обработкой информации. Однако надо наказывать за те нарушения, которые предусмотрены КоАП РФ [1], и никому не должно быть дозволено притягивать за уши к числу серьезных и мельчайшие нарушения, за которые законодатель не предусмотрел никакого штрафа. Например, ст. 12.12 КоАП предусматривает

штраф на 800 руб. за невыполнение требования об остановке перед стоп-линией при запрещающем сигнале светофора. Что у нас происходит в городе с наказанием по этой статье? Водитель останавливается перед стоп-линией, то есть добросовестно выполняет требование закона об остановке, простаивает у стоп-линии приблизительно 53 секунды (продолжительность запрещающей фазы светофора), затем медленно начинает движение на желтый сигнал светофора. Понятно, что желтый сигнал светофора не является разрешающим сигналом, но некоторые водители начинают движение при таком сигнале. При этом допускается водителем мелкое нарушение ПДД, но за это нарушение законодатель не предусмотрел никакого штрафа. Однако вскоре водитель получает «письмо счастья» со штрафом на 800 руб. Он наказан так, как будто и не останавливался вовсе перед стоп-линией. Возмущенный таким несправедливым решением водитель другой раз не останавливается перед стоп-линией и едет на красный сигнал светофора, создавая аварийные ситуации. Штраф при этом возрастает только на 200 руб. Зато он научился экономить время за счет проезда перекрестков на запрещающий сигнал светофора. Нам это надо? Никому это не нужно. Зачем нам раздражать водителей и превращать их в злостных нарушителей. Известно, что желтый сигнал светофора горит 2–3 сек. За эти секунды автомашина с места не может при обычном режиме езды проехать больше 4–5 метров. От стоп-линии до пешеходной дорожки расстояние обычно составляет почти 5–6 метров, далее – ширина пешеходной дорожки, дальше начинается закругление бордюрного камня. И если на пешеходном переходе пешехода нет, то кому такая автомашина (не доехавшая до пешеходного перехода) помешала? Где здесь риск совершения ДТП? Имеет место только мелкое нарушение. Законодатель за это мелкое нарушение не предусмотрел штрафных санкций, но вот работнику ГИБДД хочется штрафовать за это мелкое нарушение, как за крупное, чтобы его работа была видна. Мелких и мельчайших нарушений у водителей тысячи, но они не опасны, поэтому за эти мелкие нарушения не предусмотрены законом штрафные санкции. Иногда нарушений только за одну неделю фиксируется в г. Владикавказе около 2 тысяч. Совершенно очевидно, что количество постановлений о нарушениях, куда включены и мелкие нарушения, не является качественным показателем результативности работы сотрудников госинспекции. Качественным показателем будет являться незначительное количество ДТП без смертельных исходов и телесных повреждений. И к этому надо стремиться.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях от 30.12.2001 № 195-ФЗ (ред. от 05.02.2018): сайт <http://koapkodeksrf.ru/>



УДК 347.77.028

*Канд. техн. наук, доцент ГЕРАСИМЕНКО Т. Е.,
студент ГЕРАСИМЕНКО Я. П.*

**ПРОВЕДЕНИЕ ПАТЕНТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ
РАБОТЫ СТУДЕНТАМИ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ**

В работе описана значимость источников патентной информации и её связь с содержательностью и качеством выпускной квалификационной работы. Выявлено, что аналитический обзор может быть выполнен полно и грамотно лишь после проведения патентных исследований, в результате которых определяется уровень и тенденции развития техники в области исследуемого объекта. Приведена методика выполнения патентных исследований. Установлено, что патентные исследования расширяют кругозор студента, способствуют развитию у него творческих и изобретательских навыков, вырабатывают современные взгляды на значение данного вида работ, дают возможность собрать качественную информацию об объекте исследования, ознакомиться с новейшими достижениями в этой области, и обеспечивают высокий научный уровень собственных разработок. Обнаружено, что проведение патентных исследований способствует повышению изобретательской активности студентов, что позволяет создавать новые объекты интеллектуальной собственности, авторами и соавторами которых являются студенты.

Ключевые слова: *выпускная квалификационная работа, патентные исследования, патентная информация, отчёт о поиске.*

T. E. Gerasimenko, Ya. P. Gerasimenko

**CONDUCTING PATENT RESEARCH AT THE EXECUTION
OF THE EXHAUST QUALIFICATION WORK BY STUDENTS
OF TECHNICAL SPECIALTIES**

The paper describes the significance of the sources of patent information and its relation to the content and quality of the final qualifying work. It is revealed that the analytical review can be performed fully and correctly only after carrying out patent studies, as a result of which the level and trends of technology development in the field of the investigated object are determined. The technique of patent research is presented. It is established that patent studies expand the outlook of the student, contribute to the development of his creative and inventive skills, develop modern views on the significance of this type of work, provide an opportunity to gather qualitative information about the object of research, to get acquainted with the latest achievements in this field, and provide a high scientific level of their own

developments. It is found that the conduct of patent research contributes to the increase in the inventive activity of students, which allows the creation of new intellectual property objects, the authors and co-authors of which are students.

Keywords: *final qualification work, patent research, patent information, search report.*

Введение

Выпускная квалификационная работа (ВКР) выполняется на базе теоретических знаний и практических навыков, полученных студентом в течение всего срока обучения. При этом она должна быть преимущественно ориентирована на знания, полученные в процессе освоения профессионального цикла (обще профессиональных дисциплин, дисциплин предметной подготовки, специальных дисциплин) и в процессе прохождения студентом производственных практик. Задачами ВКР являются систематизация, закрепление и расширение теоретических и практических знаний по соответствующему направлению подготовки, а также формирование навыков применения полученных знаний при решении конкретных научных и производственных задач. ВКР является не только аттестационным испытанием выпускников вуза, но и производством, включающим в себя научно-исследовательскую составляющую. В связи с этим ВКР должна содержать раздел, в котором определяется достигнутый мировой уровень развития и прогрессивные тенденции в различных областях науки и техники, с целью отбора наиболее перспективных технических решений для использования их в собственных разработках. В данном разделе изучается и анализируется учебно-методическая, научная литература, источники технической информации и нормативно-правовая документация по исследуемой проблеме.

Значение патентной информации при выполнении ВКР

В процессе выполнения ВКР студентами технических специальностей важным этапом является анализ источников технической информации, наиболее представительным и исчерпывающим источником которой считается патентная информация. Значимость патентной информации объясняется тем, что она охватывает практически все области техники, содержит самые последние, самые перспективные новшества и опережает все остальные виды публикаций. Данные исследований показали, что около 80 % патентов содержат техническую информацию, которая не была опубликована вне патентной литературы [1, 2]. Поэтому использование патентной информации при написании ВКР существенно повышает уровень и значимость работы.

Патентная информация включает сведения обо всех видах объектов промышленной собственности, а именно, изобретениях, полезных моделях, промышленных образцах, товарных знаках, знаках обслуживания и наименованиях мест происхождения товаров. Это самая крупная, хорошо классифицированная и самая обновленная подборка технических документов о новых и инновационных технологиях. Патентная информация публикуется в изданиях патентных ведомств различных стран, региональных патентных ведомств, международных организаций в виде полных описаний к заявкам и выданным патентам, рефератов или формул изобретений, а также библиографических

данных. Наибольшую ценность для ВКР технической направленности представляют полные описания изобретений и полезных моделей. Поскольку большинство стран требует, чтобы в описании изобретения раскрывалась достаточно ясно и полно его сущность, с тем, чтобы оно могло быть осуществлено любым лицом, имеющим навыки в соответствующей области, патентный документ предлагает значительно более подробную информацию о технологии, чем любой другой вид научной или технической публикации.

Проведение патентных исследований при выполнении ВКР

Чтобы грамотно написать аналитический обзор в ВКР необходимо выполнить патентные исследования по заданной теме. Патентные исследования позволяют найти и подобрать патентную информацию по определенной тематике за тот или иной период времени. Задачами проведения патентного поиска при выполнении ВКР является определение уровня и тенденций развития техники. В результате этого поиска выясняют, решалась ли ранее данная техническая задача, каковы перспективы разработки темы. В этом случае глубина поиска может быть ограничена 5–15 годами в зависимости от области техники. Например, в области систем связи или наноэлектроники патентный поиск достаточно провести на глубину 5 лет, а в области горного дела или металлургии – 15 и более лет.

По своему характеру и содержанию патентные исследования относятся к прикладным научно-исследовательским работам и являются неотъемлемой составной частью создания, производства, реализации, совершенствования и использования объектов хозяйственной деятельности [3–5]. Ускорение научно-технического прогресса и повышение эффективности общественного производства могут быть обеспечены при условии создания разработок, превосходящих по своим технико-экономическим показателям лучшие отечественные и зарубежные достижения. Патентные исследования – это информационная поддержка научно-исследовательских работ любого уровня, включая и ВКР.

Оформляют результаты патентных исследований в виде отчёта о поиске в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96 «Система разработки и постановки продукции на производство. Патентные исследования» [6, 7], который может быть включён в качестве приложения к ВКР, что повысит её уровень, значимость, качество и приблизит ВКР к серьёзной научно-исследовательской работе. Причём при выполнении ВКР чаще всего используют **тематический поиск**, то есть должна быть четко сформулирована тема поиска. Тема патентных исследований должна соответствовать направлению ВКР. Необходимо хорошо ориентироваться в многочисленных указателях, реферативно-библиографических изданиях, в принятой систематизации патентных фондов.

Патентные исследования включают следующие основные этапы:

- разработка задания на проведение патентных исследований;
- разработка регламента поиска информации;
- поиск, отбор и анализ патентной информации;
- составление отчета о поиске;
- обработка, систематизация и анализ отобранной информации;
- обобщение результатов и составление отчета о патентных исследованиях.

Задание на проведение патентных исследований выдает руководитель ВКР. В задание включаются следующие сведения:

- наименование работы;
- срок выполнения работы;
- задачи проводимых патентных исследований;
- календарный план проводимых патентных исследований.

Регламент поиска содержит:

- определение предмета поиска, зависящего от целей поиска;
- определение стран поиска;
- определение глубины поиска;
- определение классификационных индексов, отражающих предмет поиска;
- выбор источников информации.

Определение предмета поиска осуществляется исходя из следующих положений:

а. Если темой патентного исследования является устройство (машина, прибор и так далее), то предметами поиска могут быть:

- устройство в целом (компоновка, схема);
- принцип работы;
- узлы и детали;
- материалы для изготовления;
- технология изготовления устройства;
- области возможного применения.

б. Если темой патентного поиска является технологический процесс или способ, то предметом поиска может быть:

- процесс в целом;
- его этапы;
- исходные продукты;
- промежуточные продукты и способы их получения;
- конечные продукты и области их применения;
- оборудование, на базе которого реализуется данный способ.

в. Если темой патентного поиска является вещество, то предметом поиска может быть:

- само вещество (его качественный и количественный состав);
- способ получения вещества;
- исходные материалы;
- области возможного применения.

Страны поиска определяются в зависимости от целей патентного поиска.

Например, при экспертизе на патентную чистоту круг стран определяется географией экспорта продукции. Во всех случаях Россия и бывший СССР являются обязательными странами поиска. При проверке новизны поиск должен проводиться как минимум по следующим странам: России, бывшему СССР, США, Франции, Великобритании, Германии, Японии, Швейцарии, а также по странам, где хорошо развита данная область техники. При написании ВКР рекомендуется проводить поиск по России, а в отдельных случаях, например, для производства сотовых телефонов, компьютерной техники и т. п. по ведущим странам мира – лидерам в данной области техники.

В зависимости от цели патентных исследований глубина поиска колеблется от 5 до 80 и более лет. При определении уровня и тенденций развития техники глубина поиска может быть ограничена 5–15 годами. При определении чистоты объекта техники глубина поиска определяется сроком действия патентов, который в большинстве случаев составляет 20 лет. При экспертизе патентоспособности технических решений отбор документов ограничивают 1924 годом. Целью патентных исследований в ВКР является определение уровня и тенденций развития техники, поэтому глубину поиска достаточно ограничить 5–15 годами.

Важным и сложным этапом патентного поиска является определение классификационных индексов в соответствии с Международной патентной классификацией (МПК, англ. International Patent Classification – IPC). МПК представляет собой пятиступенчатую, иерархическую структуру, построенную по двум основным принципам: отраслевому или предметно-тематическому и тождественности функций. МПК подвергается периодической реклассификации (практически каждые пять лет), в результате которой в неё вносятся, в соответствии с направлением развития техники, изменения и дополнения. МПК охватывает все области знаний и техники, объекты которых могут подлежать защите охраняемыми документами. МПК состоит из 8 разделов. Индексы разделов обозначены заглавными буквами латинского алфавита от А до Н. Заголовок раздела лишь приблизительно отражает его содержание. Разделы имеют следующие условные названия:

- А** – удовлетворение жизненных потребностей человека;
- В** – различные технологические процессы; транспортирование;
- С** – химия; металлургия;
- Д** – текстиль; бумага;
- Е** – строительство; горное дело;
- Ф** – механика; освещение; отопление; двигатели и насосы; оружие; боеприпасы; взрывные работы;
- Г** – физика;
- Н** – электричество.

Разделы делятся на классы. Индекс класса состоит из индекса раздела и двузначного числа, например – **В02** – дробление или измельчение различных материалов, подготовка зерна к помолу, который отражает содержание класса. Классы делятся на подклассы. Индекс подкласса состоит из индекса класса и заглавной буквы латинского алфавита. Текст подкласса наиболее полно отражает его содержание, например, **В02С** – дробление или измельчение различных материалов. Каждый подкласс делится на «дробные рубрики»: основные группы и подгруппы.

Индекс основной группы состоит из индекса подкласса, за которым следует одно-, двух-, или трехзначное число, наклонная черта и два нуля. Например, **В02С 17/00** – Измельчение барабанными мельницами, барабан которых загружается материалом, измельчаемым с помощью специальных элементов, например, гальки, шаров и т. п., или без них. Текст основной группы определяет область техники, в которой целесообразно проводить патентный поиск.

Подгруппы образуют подчинённые основной группе рубрики, и их индекс отличается от индекса основной группы тем, что за наклонной чертой

следует число, отличное от двух нулей, например, **B02C 17/04** – мельница с неперфорированным барабаном. Текст подгруппы определяет область конкретного поиска. Перед текстом подгруппы ставится одна или более точек, которые определяют степень её подчинённости, т. е. подгруппа является подчинённой ближайшей вышестоящей рубрике, имеющей на одну точку меньше.

Например, нам необходимо провести патентный поиск по теме «измельчение барабанными мельницами с неперфорированным барабаном с несколькими радиально расположенными отсеками». По МПК определили, что такой теме соответствует полный индекс МПК – **B02C 17/07**, в котором:

B – Раздел – различные технологические процессы; транспортирование;

B02 – Класс – дробление или измельчение различных материалов, подготовка зерна к помолу;

B02C – Подкласс – дробление или измельчение различных материалов.

Основная группа **B02C 17/00** – измельчение барабанными мельницами.

Подгруппа с 1-ой точкой **17/02** . с перфорированным барабаном;

Подгруппа с 1-ой точкой **17/04** . с неперфорированным барабаном;

Подгруппа с 2-мя точками **17/06** .. с несколькими отсеками;

Подгруппа с 3-мя точками **17/07** ... радиально расположенными.

Таким образом, рубрика **B02C 17/07** озвучивается так: измельчение барабанными мельницами с неперфорированным барабаном с несколькими радиально расположенными отсеками, т. е. соответствует предмету поиска, причем точки перед рубриками как бы заменяют текст предыдущей рубрики.

Определить индекс МПК возможно с использованием ключевых слов и электронной версии МПК [8, 9], в которой конкретный запрос (интересующее слово или комбинация ключевых слов) вводится в поисковое окно (рис. 1). После чего электронная версия МПК выдаёт перечень индексов, из которых выбирается наиболее подходящий к теме патентных исследований.

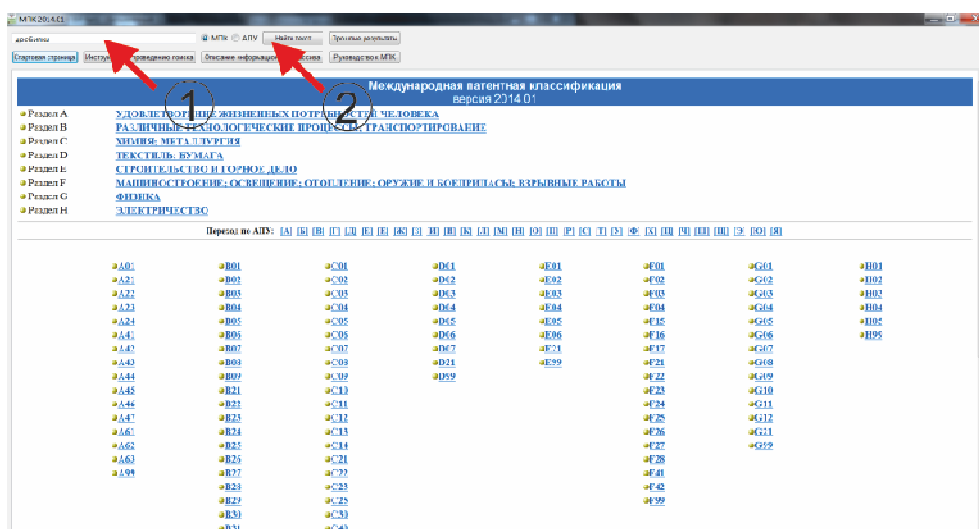


Рис. 1. Стартовая страница электронной версии МПК

Для проведения патентных исследований по Российской Федерации студентам ФГБОУ ВО «Северо-Кавказский горно-металлургический институт

(государственный технологический университет)» (СКГМИ (ГТУ)) предоставляется возможность использования нескольких вариантов баз данных (БД):

1) БД отдела интеллектуальной собственности СКГМИ (ГТУ), включающая полные описания патентов на изобретения с 1924 года по настоящее время, на полезные модели с 1994 года по настоящее время, а также промышленные образцы с 2004 по 2016 год;

2) БД Федерального института промышленной собственности (ФИПС) через сеть Интернет.

В тех случаях, когда необходимо провести патентный поиск по зарубежным странам, следует обращаться к национальным базам данных, так как фонд национальной документации представлен в этих БД наиболее полно [10–14]. Следует отметить, что Web-сайты и поисковые системы постоянно совершенствуются как в отношении содержания и поисковых возможностей БД, так и в отношении интерфейса поисковых страниц. Поэтому в будущем при осуществлении поиска могут обнаружиться некоторые несоответствия, связанные с изменениями, вносимыми в эти БД. В таких случаях следует обращаться к справочному разделу (HELP), который имеется в каждой БД.

После поиска производится систематизация отобранной информации по исследуемому виду техники и составляется отчет о патентном поиске, а затем отчет о патентных исследованиях.

Итак, при выполнении ВКР последовательность действий при проведении патентных исследований можно описать алгоритмом, представленным на рис. 2.

Значимость проведения патентных исследований при выполнении ВКР

Значимость патентных исследований при выполнении ВКР заключается в двух основных аспектах. Во-первых, в исследовании технического уровня объекта науки и техники, способствующем повышению качества ВКР, а, во-вторых, в образовательном аспекте, позволяющем обучать студентов основам изобретательства и новаторства, а также развивать качества творческой личности.

Рассмотрим более подробно каждый аспект в отдельности.

Освоение методики проведения патентных исследований при выполнении ВКР позволит выработать современные взгляды на значение данного вида работ, даст возможность собрать качественную информацию об объекте исследования, ознакомиться с новейшими достижениями в этой области, патентной терминологией и обеспечит высокий научный уровень технических разработок. Для определения технического уровня выявляются и анализируются патентные документы, имеющие достаточно близкое отношение к исследуемому объекту. Для определения тенденций развития анализируется изобретательская активность в исследуемой области техники в заданный период времени. На основании полученных данных проводится оценка актуальности создания разработок и целесообразности их патентования. Исследование технического уровня объекта позволяет расширить познания в области тематики ВКР и оценить перспективы своей разработки [15, 16]. Данный вид работы повышает качество образовательного процесса, расширяет кругозор, а также способствует развитию у студента творческих и изобретательских навыков.

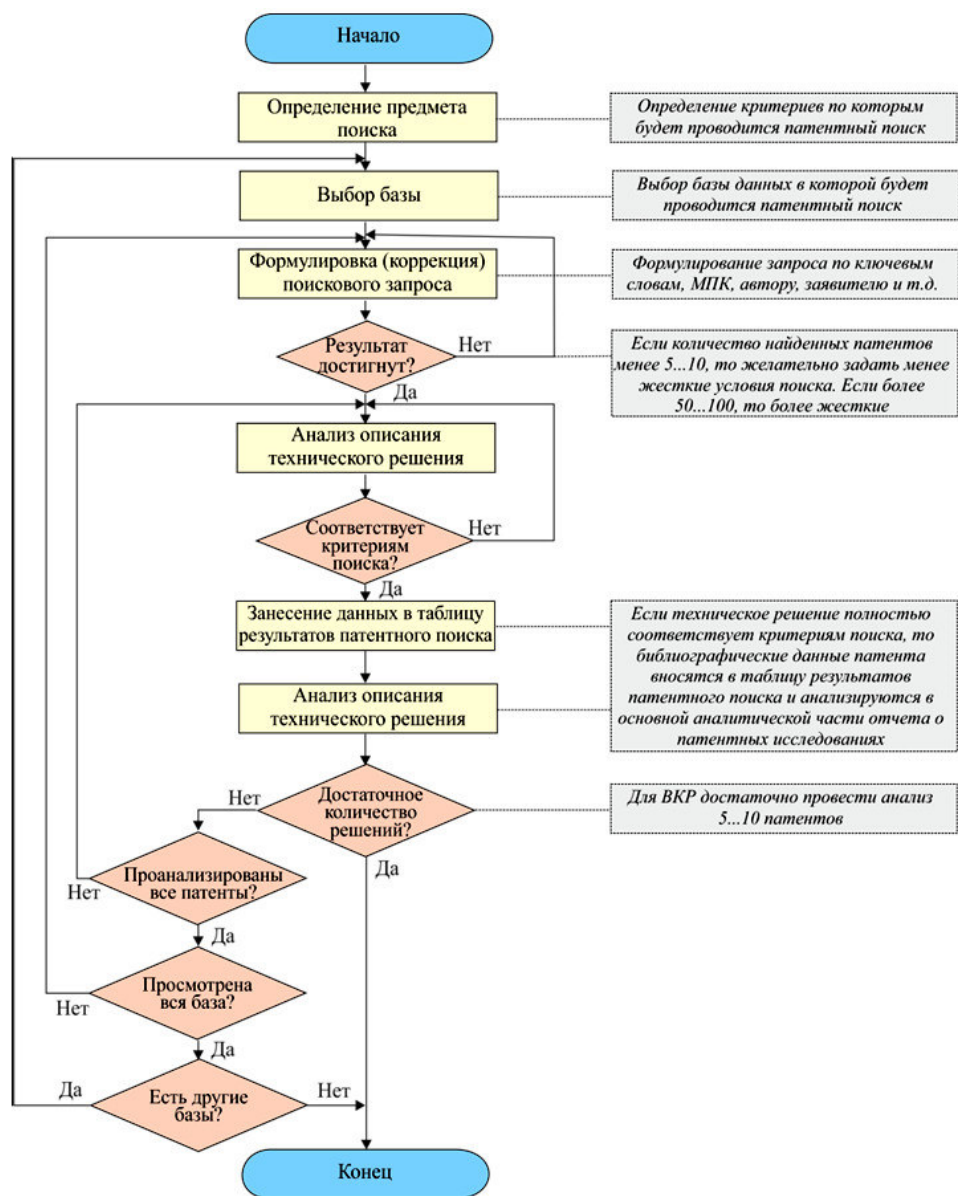


Рис. 2. Алгоритм проведения патентных исследований при выполнении ВКР

Патентные исследования при выполнении ВКР студентами технических специальностей позволяют выявлять законы, закономерности и тенденции развития технических систем. Организуется творческий потенциал личности так, чтобы способствовать саморазвитию и поиску решения творческих задач. В процессе анализа патентной информации студент определяет недостатки известных технических решений, выявляет технический результат, на получение которого направлено то или иное изобретение и, в процессе творческой, новаторской мысли, сам включается в процесс изобретательства. В результате появляются свои собственные идеи, которые вполне могут стать изобретением. То есть «Творчеству надо учиться», – был уверен Генрих Саулович

Альтшуллер, советский инженер-изобретатель, являющийся автором теории решения изобретательских задач (ТРИЗ) [17–19]. Именно патентные исследования имеют потенциал, способный совершенствовать творческий процесс и активизировать изобретательство у студентов. Студент учится выявлять суть задачи, правильно определять основные направления поиска, не упуская многие моменты, мимо которых обычно проходишь, находить и систематизировать информацию, мыслить логически, алогически и системно, смотреть на вещи и явления по-новому.

Исходя из ТРИЗ можно утверждать, что патентные исследования могут считаться одним из элементов алгоритма решения изобретательских задач, потому что включают:

- последовательность операций по выявлению и разрешению противоречий;
- анализ ситуации и выбор задачи для решения;
- синтез решения;
- анализ полученных решений и выбор наилучшего из них;
- накопление наилучших решений и обобщение этих материалов для улучшения результата.

В результате выполнения патентных исследований раскрывается интеллектуальный ресурс студента. К сожалению, лишь небольшая доля студентов технических специальностей в процессе обучения изучает дисциплину «Основы интеллектуальной собственности» и выполняет патентные исследования. Например, в СКГМИ (ГТУ) из всех студентов бакалавриата около 3 % выполняют патентные исследования и около 2 % используют их при выполнении ВКР (рис. 3а), а из всех студентов-магистрантов около 55 % выполняют патентные исследования и около 10 % используют их при выполнении ВКР (рис. 3б).

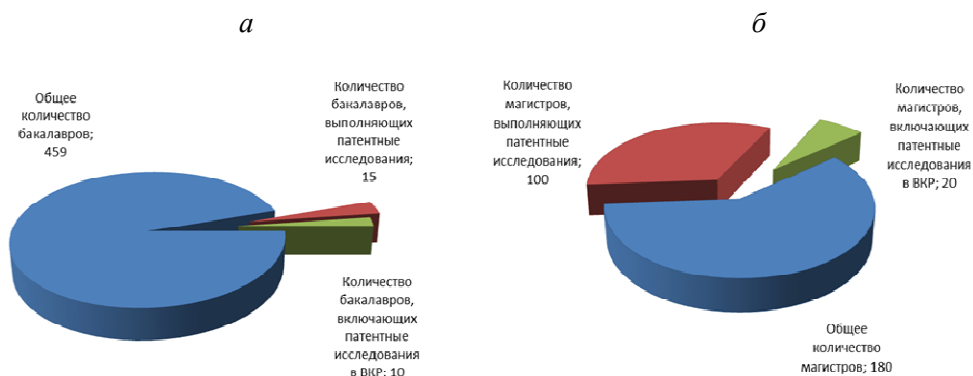


Рис. 3. Соотношение студентов технических специальностей (направлений) ФГБОУ ВО СКГМИ (ГТУ), выполняющих патентные исследования и использующих их при выполнении ВКР к общему числу:
а – бакалавриата; б – магистратуры

Следует отметить, что образовательный и познавательный эффект, а также научную значимость имеют лишь глубокие и качественно выполненные патентные исследования [20]. Оценить качество патентных исследований, а именно их содержательное наполнение, может лишь эксперт, владеющий инструментами и навыками нахождения источников информации в раз-

личных базах данных (патентных, наукометрических) и научных электронных библиотеках. То есть привлекать к оценке качества патентных исследований при выполнении ВКР следует специалиста по интеллектуальной собственности образовательного учреждения. Повышение качества и полноты патентных исследований способствует повышению качества образовательного процесса и раскрытию творческих способностей студентов. В этом случае повышается изобретательская активность студентов, создаются объекты интеллектуальной собственности, авторами которых выступают студенты, и тем самым повышается эффективность научно-исследовательской деятельности вуза в целом.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Авердал Я.* Использование патентной информации // Проблемы интеллектуальной собственности. Вып. 8. 1996. С. 62–75.
2. *Сун Ву Хонг.* Магия патентной информации [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.wipo.int/sme/ru/documents/patent_information.htm (Дата обращения: 06.02.2018).
3. *Скорняков Э. П., Горбунова М. Э.* Патентные исследования: Учебно-методическое пособие. 3-е изд., перераб. и доп. М.: ОАО ИНИЦ «Патент», 2011, 180 с.
4. *Скорняков Э. П., Горбунова М. Э.* Патентные исследования: Учебно-методическое пособие. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ОАО ИНИЦ «Патент», 2008, 165 с.
5. *Шведова В. В.* Характерные ошибки при проведении патентных исследований: Практическое пособие. М.: ОАО ИНИЦ «Патент», 2012, 94 с.
6. ГОСТ Р 15.011-96. Патентные исследования. Содержание и порядок проведения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/5200264> (Дата обращения: 06.02.2018).
7. *Яльцев В. Н.* Начнем сначала, начнем с нуля // Патенты и лицензии. 2017. № 5. С. 60–63.
8. Международная патентная классификация [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www1.fips.ru/wps/portal/IPC/IPC2016_extended_XML/ (Дата обращения: 06.02.2018).
9. *Алисова Н. В.* Вспомогательные поисковые инструменты к МПК // Патенты и лицензии. 2013. № 11. С. 54–63.
10. *Ненахов Г. С., Максимова В. В., Прибыткова Т. Б., Кекишева Н. П.* Современные возможности поиска патентной документации, представленной зарубежными патентными ведомствами и ВОИС в Интернете: Методическое пособие для экспертов. М.: Информ.-изд. центр Роспатента ИНИЦ, 2005. 100 с.
11. *Скорняков Э. П., Смирнова В. Р., Гаврилов С. В.* Использование Интернета при проведении патентных исследований. М.: Информ.-изд. центр Роспатента ИНИЦ, 2003. 64 с.
12. *Ненахов Г. С., Максимова В. В., Кекишева Н. П., Конюхова Е. А.* Патентная документация, представленная патентными ведомствами и ВОИС в Интернете: Методическое пособие для экспертов. М.: Информ.-изд. центр Роспатента ИНИЦ, 2000. 144 с.

13. Рушайло Б. Е. Патентный поиск в базе данных ВОИС // Патенты и лицензии. 2014. № 5. С. 49–51.
14. Лиходедов Н. П. Источники патентной информации: плюсы и минусы // Патенты и лицензии. 2014. № 9. С. 37–41.
15. Шведова В. В. Исследование технического уровня объектов науки и техники. М.: ОАО ИНИЦ «Патент», 2014. 103 с.
16. Соценко А., Егорова Н., Видякина О. ГОСТ Р 15.011-96. Патентные ландшафты: практика применения // Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность. 2016. № 10. С. 4–10.
17. ТРИЗ – Теория решения изобретательских задач [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://4brain.ru/triz/> (Дата обращения: 07.02.2018).
18. Орлов М. Основы классической ТРИЗ: Практическое руководство для изобретательского мышления. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: Солон-Пресс, 2006. 432 с.
19. Альтишуллер Г. С., Верткин И. М. Как стать гением. Минск: Беларусь, 1994. 479 с.
20. Тихомиров И., Жебель В., Каменская М., Комаров А. Оценка качества патентных исследований // Интеллектуальная собственность. Промышленная собственность. 2017. № 5. С. 47–54.



УДК-378(470)

*Ст. преподаватель ЗАКАЕВА Б. К.,
канд. пед. наук, доцент ОЛИСАЕВА О. В.,
канд. мед. наук, доцент ЦАКОЕВА А. А.*

РУССКИЙ ЯЗЫК КАК ИНОСТРАННЫЙ В СИСТЕМЕ РОССИЙСКОГО ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

В статье рассматриваются некоторые проблемы преподавания РКИ в российских вузах. Отмечаются две основные проблемы, связанные с обучением студентов-иностранцев. Авторами отмечается, что, наравне с качеством обучения и учебной средой, немаловажными факторами, способствующими повышению эффективности обучения студентов, являются учебные ресурсы и программы, соответствующие мировым стандартам.

Ключевые слова: *иностраннный студент, русский как иностранный, методика, вуз, студент, преподаватель.*

B. K. Zakaeva, O. V. Olisaeva, A. A. Tsakoeva

RUSSIAN AS A FOREIGN LANGUAGE IN THE RUSSIAN HIGHER EDUCATION SYSTEM

Some problems of teaching RFL at Russian universities are discussed in the article. Two main problems related to the training of foreign students are also discussed in the paper. The authors point out that the important factors contributing

to the best learning results are the high quality of education, the learning environment and world-class training programs.

Keywords: *foreign student, Russian as a foreign language, methodology, university, student, teacher.*

В последние годы, в результате глобализации, все больше иностранных студентов приезжает учиться в российские вузы. Позитивные и негативные последствия увеличения числа иностранных студентов в вузах активно обсуждаются в академической среде. Происходит не только интернационализация образовательной среды, но и усложнение работы, связанной с более высокими требованиями, предъявляемыми к учебным и вспомогательным услугам, обеспечению безопасности и адаптации студентов-иностранцев [1]. Увеличивается и нагрузка на преподавателей, работающих с иностранными студентами, т. к. необходимо регулярно вносить изменения в стиль обучения и подходы. Зачастую из-за того, что иностранные студенты с трудом понимают специальную лексику, приходится упрощать структуру лекции, например, с помощью введения и повторения ключевых идей и глоссария, а также предлагая предварительное ознакомительное чтение по тематике занятия.

Обучение иностранных студентов затрудняют также две основные проблемы: недостаточный уровень знания иностранными студентами русского языка, а преподавателями вузов – иностранного, что, однозначно, усложняет взаимодействие преподавателей и иностранных студентов [1]. В свете этого изучение русского языка как иностранного требует более пристального внимания, так как язык является главным инструментом коммуникации и играет главную роль в профессиональном обучении студентов-иностранцев. После изучения РКИ на подфаке, уровень владения учащимися языком еще недостаточен для восприятия лекций должным образом, а преподаватели не всегда могут дать соответствующие комментарии на иностранном языке. Полагаем, что одной из причин такого положения является заниженное требование к знанию русского языка при зачислении в вуз. На подфаках вузов студентов-иностранцев обучают только базовому курсу РКИ, в то время как в процессе учебы в вузе им требуется хорошее знание профессионального языка. Цель базового курса РКИ – выработать способность учащихся слушать, говорить, читать и писать, иметь способность к межкультурной коммуникации, чтобы соответствовать требованиям жизни и учебы в России. Цель профессионального (академического) русского – обучить иноязычных студентов профессиональной лексике, чтобы они могли успешно осваивать учебную программу. Для базового курса РКИ достаточно одного года интенсивных занятий, но интенсивные занятия по профессиональному русскому языку необходимы в течение всего периода обучения в вузе. Студенты-иностранцы, слабо владеющие русским языком, не могут в должной мере справляться с учебной программой и, соответственно, могут терять интерес к учёбе. В данной связи одинаковое количество академических часов, выделяемых на изучение иностранного языка российскими студентами и РКИ иностранцами, является ошибочным и нерациональным. Целесообразно увеличение часов по РКИ хотя бы на первых курсах за счет предметов по выбору или факультативных занятий. Надо учитывать, что ненадлежащее знание языка, на котором ведется преподавание, ведет к плохой успеваемости студентов, что является серь-

езным препятствием для качественного профессионального обучения. Инженерные дисциплины нелегко изучать даже для русскоговорящих студентов, а для иностранных студентов, не владеющих русским языком на должном уровне, – это непреодолимое препятствие [2]. Иностранцы будут стремиться получить высшее образование в России только в том случае, если после окончания наших вузов они получат глубокие знания и будут конкурентно-способны на мировом рынке труда. Слабое знание русского языка, однозначно, является огромной помехой на пути достижения этих целей. В результате опроса иностранных студентов первого курса Северо-Кавказского горно-металлургического института и Северо-Осетинской государственной медицинской академии выявлено, что 92 % респондентов считают, что базового курса РКИ, который они прошли на подфаке, недостаточно для успешной учебы. 95 % респондентов отмечают, что им очень сложно понимать объяснения преподавателей и считают необходимым дальнейшее интенсивное изучение РКИ в профессиональной сфере. На это обстоятельство следует обратить внимание при составлении учебных планов.

Возвращаясь к проблеме изучения иностранного языка, следует отметить, что интенсивное обучение – это единственный способ за короткий срок овладеть иностранной речью, чтением и письмом [5]. С самого начала обучения РКИ было бы целесообразно поэтапно знакомить обучающихся с профессиональной лексикой. Одновременное изучение базового и профессионального РКИ не только повысит уровень владения языком, но и поможет быстрее психологически адаптироваться к новой среде обитания. К сожалению, на данный момент не существует учебников, сочетающих в себе основы языка и академическую лексику РКИ. Надеемся, что академическое сообщество займется разработкой таких пособий.

Основной задачей изучения любого иностранного языка является обеспечение должной коммуникации на изучаемом языке, что включает в себя и знакомство с культурными традициями и факторами, изучение которых игнорировать нельзя. Иногда определенные слова или выражения могут истолковываться по-разному представителями разных культур, что может привести к непониманию и недоразумению. Надо с осторожностью обсуждать вопросы, связанные с национальными ценностями, обычаями, эстетическим вкусом, моральными нормами, образом жизни и мышления, с конкретными культурными коннотациями [6, 7]. Нельзя забывать и то, что культура отражается не только в языке, но и в невербальной коммуникации, поэтому надо быть внимательным и в отношении жестов тоже. Педагоги должны знакомить обучающихся как со сходством, так и с различиями культур, объясняя исторические, культурные и традиционные причины этих сходств и различий.

Немаловажными факторами, способствующими повышению эффективности обучения студентов, являются, наравне с качеством обучения и учебной средой, и правильная организация досуга, и проведение внеучебных мероприятий, способствующих лучшему погружению в языковую среду [2]. Нельзя ставить под сомнение, что богатая языковая и социальная среда помогают учащимся лучше и быстрее реализовать свои способности и добиться успехов. К сожалению, при традиционной модели обучения РКИ большее значение придается преподаванию языка и обучению навыкам, чем их фактическому использованию на практике. Внеаудиторная и учебная деятельность

должны быть тесно взаимосвязаны, следует уделять должное внимание и языковой среде, в которой находятся обучающиеся вне занятий [3]. Для этого в учебном заведении должен быть разработан четкий и конкретный план мероприятий, способствующих скорейшей адаптации к культуре и межличностному общению иностранных студентов как с российскими студентами, профессорско-преподавательским составом, так и со всеми остальными работниками вуза. Социально-психологическая среда, в которой обучается студент-иностранец, является основным фактором, влияющим на его адаптацию и успешное освоение изучаемого языка. Чтобы помочь этим учащимся, следует устранить или уменьшить как можно скорее социальную и психологическую дистанцию, вызванную языковым барьером, создать им теплую психологическую обстановку [4]. С этой целью в СКГМИ (ГТУ) создаются смешанные волонтерские группы, в состав которых входят иностранные и российские студенты, что способствует преодолению психологического барьера в общении и улучшает уровень лингвистической активности. В СКГМИ к каждому иностранному студенту прикрепляются 2–3 российских студента, которые помогают им решать житейские и другие возникающие проблемы, знакомят с традиционной российской и осетинской культурой. В рамках культурных мероприятий проходят фестивали, на которых студентов знакомят с культурой и традициями народов, угощают традиционными национальными блюдами. Все это, однозначно, способствует не только укреплению дружеских взаимоотношений, но и способствует языковой активности.

Все мы должны осознавать, что успехи иностранных студентов важны не только для самих студентов, которые тратят много времени и средств на учебу в России, но и для вуза, в котором они обучаются. Если их опыт обучения будет положительным, это принесет пользу репутации университета за рубежом и привлечёт к нам новых абитуриентов.

При разработке учебных планов и программ, администрация вуза должна принимать во внимание, что наличие иностранных студентов требует, чтобы учебная программа имела глобальную перспективу: содержание учебных дисциплин и профессиональных практик должны соответствовать мировым требованиям и стандартам. Как преподавательский, так и административный персонал вуза нуждается в методической поддержке и обучении работе с иностранными студентами, что также способствует успешной работе [8]. К работе с иностранными студентами должны быть подготовлены все инфраструктуры вуза, в особенности деканаты, кафедры, столовая и общежития. Иностранцам студентам должны разъясняться как правила обучения, так и правила проживания и поведения в нашем обществе, так как, из-за разницы культур, у них может быть совершенно иное представление обо всем этом.

Необходимо лично или посредством современных технологий предоставлять точные инструкции по всем вопросам, связанным с их пребыванием в стране и в конкретном вузе. Иностранцы студенты должны точно знать, где и в каких условиях им предстоит жить, где будут заниматься, какова будет учебная нагрузка, регулярность и продолжительность занятий. Обязательно нужно знакомить с системой оценивания знаний и предупреждать о недопустимости пропуска занятий без уважительных причин. Также следует знакомить их с инфраструктурой учебного заведения и с правилами проживания в общежитии. Незнание правил зачастую приводит к конфликтным ситуациям.

Учитывая проблему межкультурной коммуникации, особенно на первых порах, преподавателям, работающим с иностранными студентами, следует:

- быть всегда на связи до и после занятий, общаться со студентами и отвечать на возникающие вопросы, быть дружелюбными, открытыми и готовыми прийти на помощь;

- предоставлять электронные или печатные версии лекций, так как иностранные студенты часто испытывают трудности с пониманием содержания лекций и не могут или не успевают делать адекватные заметки во время занятий;

- замедлять скорость речи при общении, поскольку требуется больше времени мысленно обрабатывать и понимать чужую речь;

- при оценивании знаний учитывать менталитет своих студентов;

- проявлять осторожность с шутками и юмором;

- быть готовыми к тому, что нужно досконально разьяснять, как готовиться к семинарским, лабораторным и практическим занятиям;

- использовать слова с наименьшим диапазоном значений и использовать слова в их самом общем значении;

- избегать сленга, поскольку базовый курс РКИ, который изучается на подфаке, не предусматривает изучение такового, и его использование может привести к недоразумению;

- при возможности на лекции использовать иногда родной язык студентов, что поможет создать более доверительную атмосферу и продемонстрирует искренне желание и готовность общаться с этими студентами.

В заключение хочется еще раз подчеркнуть, что получение образования в России – не всегда легкая задача для иностранных студентов, и наша цель – сделать этот процесс более привлекательным. Чтобы увеличивался спрос на российское высшее образование, необходимо, чтобы наши вузы стали значительно более конкурентоспособными и привлекательными.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прокофьева Л. П., Беляева А. Ю. Актуальные проблемы довузовской подготовки иностранных слушателей ПО: Унифицированные программы, специфика первичной профессионализации, авторские методики // Сборник статей I Международного конгресса преподавателей и руководителей подготовительных факультетов. В 2 ч. М.: Российский университет дружбы народов, 2017. С. 158–161.

2. Закаева Б. К., Братчик А. Б. Традиционные и инновационные методы обучения студентов иностранным языкам // Труды СКГМИ (ГТУ). 2015. № 22. С. 208–213.

3. Бурасова С. В., Ермолаева Ж. Е., Акимова В. В. Русский язык в техническом вузе: Учебное пособие (Гриф МЧС России). М.: 2015.

4. Зимняя И. А. Психология обучения неродному языку (на материале русского языка как иностранного). М.: Русский язык, 1989.

5. Братчик А. Б., Закаева Б. К. Использование интерактивных форм в процессе преподавания английского языка // Личность, семья и общество: вопросы педагогики и психологии. 2016. № 61. С. 72–78.

6. Прокофьева Л. П., Левицкая А. Д. Реализация компетентного подхода в обучении русскому языку как иностранному // Межвузовский сборник научных трудов: Материалы Всероссийской научной конференции. Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского. Саратов, 2016. С. 108–114.

7. Закаева Б. К., Братчик А. Б., Кусов И. Р. Интерактивные методы обучения // Труды V Региональной междисциплинарной конференции молодых ученых. Владикавказ: ВНЦ РАН, 2016. С. 328–334.

8. Закаева Б. К., Братчик А. Б. Современные подходы в свете реформ российского образования. Инновации в науке // Сборник статей по материалам LIII-й Международной научно-практической конференции. Часть 1. Новосибирск, 2016. № 1. С. 79–83.



УДК 323.15

Ст. преподаватель ЗАКАЕВА Б. К.,
ст. преподаватель БРАТЧИК А. Б.,
канд. пед. наук, доцент ОЛИСАЕВА О. В.

ПРОБЛЕМА СОХРАНЕНИЯ ЯЗЫКОВ И КУЛЬТУР МАЛЫХ НАРОДОВ

В статье освещаются проблемы, связанные с необходимостью сохранения языков малочисленных народов. Подчеркивается, что с потерей хоть одного языка, все человечество теряет целый пласт культуры и знаний. Авторы рассматривают причины, которые могут вызвать исчезновение языка и культуры и предлагают меры по предотвращению этого.

Ключевые слова: *вымирающие языки, культура, осетинский язык, ЮНЕСКО, государственный язык.*

B. K. Zakaeva, A. B. Bratchik, O. V. Olisaeva

THE PROBLEM OF PRESERVATION OF LANGUAGES AND CULTURES OF SMALL NATIONS

The article highlights the problems associated with the necessity to preserve the languages of small nations. It is emphasized that with the loss of at least one language, all humanity is losing a whole layer of culture and knowledge. The authors examine the reasons that may cause the disappearance of language and culture and offer measures to prevent it.

Keywords: *endangered languages, culture, Ossetic language, UNESCO, state language.*

Язык является важной частью аспекта культурного наследия любого общества, что говорит о чрезвычайной важности его сохранения. Когда умирает

язык народа, последующие поколения теряют жизненно важную часть своей культуры, мировоззрения и познаний, поскольку именно язык является средством общения и самовыражения. Когда умирает язык какого-то этноса, всё человечество теряет знания об этом народе, его мудрости, философских и религиозных убеждениях, культурном самовыражении (музыке, изобразительном искусстве и поэзии), обогатившие не только носителей этого языка. Учитывая это, необходимо предпринимать все меры для сохранения и процветания языков.

Численность языков, на которых сегодня говорят, вызывает споры. По данным Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО), число существующих сегодня языков оценивается в шесть – восемь тысяч, причем только на половине из них говорит более 10 000 человек. 576 языков находятся на грани исчезновения, и еще у нескольких тысяч очень высока вероятность такой же судьбы.

Исследования в области языковой политики показывают, что в наш рациональный век большинство языков, как правило, ценятся за то, что они полезны и способствуют прогрессу, в то время как языки меньшинств рассматриваются как барьеры на пути прогресса, а их ценность воспринимается не более чем сентиментальность. Языком, находящимся под давлением, оказывается тот, носители которого предпочитают своему родному доминирующий по политическим, социальным, экономическим и культурным причинам [1]. По последним данным ЮНЕСКО, в нашей стране сейчас самая тяжелая ситуация с исчезающими языками в Сибири и на Дальнем Востоке. Хотя в целом языки меньшинств гораздо лучше сохраняются на Кавказе, чем в других частях Российской Федерации, под угрозой вымирания находятся адыгейский, кабардино-черкесский, карачаево-балкарский, ингушский, чеченский, абхазский, осетинский и более 25 языков Дагестана [2].

К сожалению, государство не уделяет должного внимания национальным языкам, не способствует их расцвету. Более того, последние инициативы и законопроекты о добровольном порядке изучения в школах вторых государственных языков национальных республик РФ, вносимые на рассмотрение в Государственную думу Российской Федерации жестоко и преднамеренно уничтожают и так ослабленную позицию этих языков [3]. Согласно Конституции РФ, у каждого региона помимо русского языка есть еще и свой государственный язык [4]. На территории Осетии – это осетинский. Но государственность осетинского языка сегодня практически номинальная. То есть на бумаге язык государственный, но эту функцию он не выполняет. Государственный язык должен быть языком делопроизводства, науки, культуры и образования, но всего этого осетинский язык не имеет. Развитию осетинского языка в особенности мешает принятие федеральных государственных образовательных стандартов, первый из них принят в 2010 году. И так обстоят дела во всех национальных республиках страны, не только в Осетии.

Сохранение родного языка народа очень важно потому, что когда умирает язык, под угрозой находится и способность понимать культуру народа, которая говорила на этом языке, потому что учения, обычаи, устные традиции и другие унаследованные знания больше не передаются из поколения в поколение носителями языка. По мере того, как умирает какой-либо язык, лин-

гвистика, антропология, истории, психология и другие науки тоже лишаются разнообразия источников познания [5].

Существуют различные причины, которые могут поставить язык под угрозу вымирания. Во-первых, когда языку больше не учат детей, свободно говорящее на родном языке поколение людей понемногу уходит и, разумеется, язык умирает с ним. Если дети, меняя место проживания, более не говорят на родном языке, – то это тоже угроза языку. К огромному сожалению, одним из факторов угрозы исчезновения редких языков является то, что носители языков не стремятся передавать их следующему поколению, предпочитая, чтоб их дети изучали язык, который, как они считают, дает лучший доступ к внешнему миру. В условиях России – это, конечно, русский язык. Еще одной причиной, которая может угрожать жизнеспособности языка, является миграция, вызванная политическими и военным потрясениями. С учётом этих и других факторов, любой язык может быть легко потерян за одно-два поколения. «Если дети понимают язык, но сами не говорят на нем – это уже первый тревожный звонок. Если же говорят только старики, то это, скорее всего, уже конец», – отмечает профессор Института лингвистики РГГУ Яков Тестелец.

За последние несколько десятилетий все большее число исследований, научных статей и средств массовой информации предсказывает тревожное снижение количества языков [6]. Некоторые лингвисты считают, что до 60–90 % языков мира могут подвергнуться риску исчезновения в течение следующих 100 лет. По мнению некоторых учёных, за последние 500 лет на земном шаре исчезло около половины известных в мире языков [7].

Несомненно, огромное влияние на исчезновение языков оказывают глобализация, научно-технический прогресс и электронная технология, вызвавшие вымирание села в традиционном его понимании. Некоторые учёные констатируют, что языки умирали на протяжении всей истории человечества, что и потеря языка, и потеря биологических видов является естественным процессом. И задают вопрос, стоит ли бороться за жизнь исчезающих языков? Ведь существует точка зрения – если такое происходит с языком, то, значит, он не востребован людьми, следовательно, и спасать его не надо.

Но есть и другие мнения и аргументы. Так, Марк Турин – антрополог и лингвист Йельского университета – недоумевает, как общество тратит огромные деньги на защиту видов и биоразнообразия, в то же время не защищает то единственное, что делает нас людьми. Что касается флоры и фауны, то под угрозой исчезновения находятся всего 8 % видов растений и 18 % видов млекопитающих – не так уж и много по сравнению с языками!

Языки, однозначно, являются каналами человеческого наследия. Письменность относительно недавно получила своё развитие в истории человечества, и она существует только у одной трети мировых языков. В связи с этим устная речь часто является единственным способом передачи рассказов, стихов, сказаний, эпосов и песенного творчества народа. «Илиада», «Нартский эпос», «Джангар», «Манас» и многие другие сказания передавались поколениями из уст в уста, прежде чем они были облачены в письменную форму. А сколько было интересного в мире, о чём мы никогда не узнаем только потому, что никто не записал этого до исчезновения языка?!

Ученые во всем мире предпринимают определенные шаги по сохранению существующей ныне в мире полифонии языков. С этой целью во многих странах создаются и разрабатываются различные программы и фонды. Одной из них является Программа по сохранению наследия вымирающих языков «The Endangered Languages Documentation Programme (ELDP)», основанная в 2002 году в Лондонском университете. Ее задача – сохранение наследия исчезающих языков для будущих поколений, и с этой целью по всему миру предоставляются гранты лингвистам, лингвистическим антропологам и исследователям, готовым документировать наследие языков, находящихся под угрозой исчезновения. Выделяемые средства позволяют грантополучателям делать аудио- и видеозаписи носителей языков, находящихся под угрозой исчезновения, составлять документальный сборник исчезающего языка или жанра.

Определенный вклад в сохранение исчезающих языков вносит и некоммерческая организация «Фонд вымирающих языков», созданный в 1996 году в Великобритании. Цель этой организации – поддерживать языки, находящиеся под угрозой исчезновения, во всех контекстах: дома, в образовании, в средствах массовой информации, в социальной, культурной и экономической жизни [8].

Самый главный и важный вклад в сохранение языков вносит, несомненно ЮНЕСКО, осознающая, что каждый язык отражает уникальное мировоззрение со своими ценностными системами, философией и особыми культурными особенностями. Организация всячески содействует культурному разнообразию и межкультурному диалогу путем разработки в киберпространстве контента на максимально большом количестве языков, проведению исследований в области культурного наследия и лингвистического богатства различных народов; созданию письменности для устных языков в целях расширения возможностей их выживания; разработке учебных программ и учебных пособий для национальных языков [9].

В этой связи примером сотрудничества с ЮНЕСКО может служить кафедра «Теории и практики полилингвального образования на Кавказе», действующая при Северо-Осетинском пединституте с 2004 года. Основной задачей кафедры является деятельность по поддержке развития языков малых народов как механизма сохранения языкового разнообразия человечества. Сотрудники кафедры разрабатывают методические пособия и учебники на двух диалектах осетинского языка, находящихся в зоне риска исчезновения [10].

В настоящее время в Северной Осетии-Алании действует «Аланская гимназия», где дети с 1 по 4 класс изучают все предметы на осетинском языке. С 1 сентября 2018/19 учебного года в школах республики должны открыть еще 16 классов с подобной системой обучения. В 11 детских садах РСО-Алания обучение детей проходит на осетинском языке по методике и пособиям, разработанным кафедрой ЮНЕСКО СОГПИ, а со следующего учебного года их численность увеличится еще на 22 [11].

Человечество должно делать все, чтобы не дать языкам уйти в небытие и самое главное, что можно сделать для этого, – создать такие условия, чтобы его носители могли говорить на родном языке и передавать его своим детям. Для этого нужна поддержка государства и правильная национальная политика, которая должна поднимать авторитет и защищать языки национальных

меньшинств. Система образования должна быть построена так, чтобы она способствовала изучению родного языка и творческому сотрудничеству между членами сообщества и лингвистами. Несомненно, осознавая важность отношения людей к сохранению и развитию языков, крайне важно создать социальную и политическую среду, которая поощряет многоязычие и уважение к языкам меньшинств.

Ученые всего мира в один голос давно говорят о преимуществах, которые предоставляет полилингвальное образование. Многоязычие – это естественный потенциал, доступный каждому нормальному человеку, а не исключение. Преимущества, которые дает полилингвальность, распространяются на многие сферы жизни, а не ограничиваются только лингвистическими знаниями. Многолетние исследования и наблюдения доказали когнитивные, социальные, личностные, академические и профессиональные преимущества людей, владеющих несколькими языками. Человек, который говорит на нескольких языках, имеет стереоскопическое видение мира с двух или более перспектив, что позволяет ему обладать более гибким мышлением [12].

В заключение хочется еще раз подчеркнуть важность сохранения языкового разнообразия мира, ибо, как сказал французский писатель 19–20 вв. Виктор Сегален, когда уменьшается языковое разнообразие, то же самое происходит и с человечеством. Учитывая, что язык является важнейшим строительным материалом культуры, а национальные культуры коренных народов являются одними из самых сильных моделей, которые мы имеем для гармоничного сосуществования с природой и друг с другом, мы не можем позволить себе эту серьезную потерю этносферы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Всемирный доклад ЮНЕСКО. Инвестирование в культурное разнообразие и диалог между культурами. С-428. Франция, 2009.
2. <http://www.kavkaz-uzel.eu/articles/150042>). Дата обращения: 30 июня 2018 г.
3. <https://ria.ru/society/20180410/1518325059.html>. Дата обращения: 2 июля 2018 г.
4. Каримов А. С. Конституционно-правовой статус языков в субъектах Российской Федерации: Дисс. ... канд. юр. наук. Уфа, 2014.
5. Прокофьева Л. П. Звуко-цветовая картина мира. Языковое бытие человека и этноса: психолингвистический и когнитивный аспекты // Материалы IV Международных Березинских чтений. 2008. С. 202–208.
6. Закаева Б. К., Братчик А. Б. Современные подходы в свете реформ российского образования. Инновации в науке // Сборник статей по материалам LIII Международной научно-практической конференции. Ч. 1. Новосибирск. 2016. № 1. С. 79–83.
7. Nettle D., Romaine S. Vanishing voices. The extinction of the world's languages. Oxford, UK: Oxford University Press, 2000. 256 p.
8. Замятин К., Пасанен А., Саарикиви Я. Как и зачем сохранять языки народов России? Хельсинки, 2012. 180 с.
9. Таучелова Р. И., Олисаева О. В. Принципы составления словарного минимума для работы в билингвальной аудитории. Полилингвальное образо-

вание как основа сохранения языкового наследия и культурного разнообразия человечества // Материалы II Международной научной конференции. В 2-х томах. Северо-Осетинский государственный педагогический институт; ООН по вопросам образования, науки и культуры; Министерство образования и науки РФ; Министерство образования и науки РСО-Алания. Владикавказ, 2008. С. 314–318.

10. <http://sogpi.org/ru/Кафедры/Кафедра-ЮНЕСКО>. Дата обращения: 2 июля 2018 г.

11. <http://www.kavkaz-uzel.eu/articles/321816>. Дата обращения: 3 июля 2018 г.

12. Закаева Б. К., Огнерубова Т. А. Системность упражнений для обучения студентов устной речи на иностранном языке // Труды СКГМИ (ГТУ). 2015. Вып. 22. С. 204–207.



УДК 378.1

*Ст. преподаватель ЗАКАЕВА Б. К.,
ст. преподаватель БРАТЧИК А. Б.,
канд. мед. наук, доцент ЦАКОЕВА А. А*

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

В статье рассматривается влияние современных технологий на образовательный процесс. Подчеркивается, что современные технологии позволяют бросить вызов традиционным формам аудиторных занятий и увеличивают возможности образовательного процесса. Рассматривается, как развивающиеся современные технологии расширили возможности взаимодействия студентов со всем миром для самостоятельного получения огромного количества знаний. В статье отмечается огромное влияние технологий на роль учителей и учащихся в учебном процессе.

Ключевые слова: технологии, Интернет, смартфон, учебный процесс, сотрудничество, мобильные устройства.

B. K. Zakaeva, A. B. Bratchik, A. A. Tsakoeva

MODERN TECHNOLOGIES IN EDUCATION

The article considers how modern technologies affect the educational process. It is emphasized that modern technologies allow us to challenge the concept of traditional classrooms, to expand opportunities. It is considered how developing technologies have expanded the possibilities of students' interaction with the whole world for the ability to independently acquire knowledge. The article notes the enormous impact of technology on the role of teachers and students in the learning process.

Keywords: technology, Internet, smartphone, educational process, cooperation, mobile devices.

Образовательный процесс не претерпел особых изменений в течение многих веков. Если мы взглянем на картину итальянского художника 14 века Лаурентиуса де Волтолины «Генрикус де Алемания читает лекцию студентам», то увидим университетскую студенческую аудиторию в средневековой Италии. Сцена легко узнаваема: преподаватель читает лекции с подиума в передней части комнаты, пока студенты сидят рядами и слушают. У некоторых из студентов открыты книги, некоторые разговаривают со своими соседями. Кажется, кто-то даже спит на уроке. Классные комнаты сегодня не очень отличаются от тех, хотя у современных студентов на партах вместо книг и тетрадей, возможно, ноутбуки, планшеты или смартфоны [1].

Несмотря на это сходство, есть и существенные отличия в образовательном процессе сегодняшнего дня и тех далеких времен. Однозначно, современные технологии повлияли почти на все аспекты жизни сегодня, и образование не является исключением. Благодаря им доступ к образованию значительно изменился и расширился. В средневековые времена доступ к образованию имели только избранные, а книги были редкостью, и только элита имела возможность получения образования. Сегодня в Интернете в широком доступе огромное количество книг, аудио- и видеозаписей, а возможности для обучения предоставлены всем посредством разных образовательных платформ. Доступность обучения сегодня является беспрецедентной по своим масштабам благодаря информационным технологиям.

В свете реформ российского образования встает необходимость более активного использования всех возможностей и преимуществ, которые дают нам современные технологии. С появлением социальных сетей и разного рода платформ, обучение теперь может проходить в любое время и в любом месте. Перед нами встает масса вопросов касательно того, как лучше построить обучение, чтобы воспитывать самостоятельно мыслящее поколение.

Современные технологии позволяют нам бросить вызов представлению о традиционных аудиторных занятиях, расширить возможности обучения с помощью интернет-ресурсов. Так, благодаря программе Skype, можно общаться с носителями языка по всему миру, благодаря чему учителя и ученики больше не изолированы от остального мира и могут изучать любой язык с эффектом погружения [1]. YouTube – еще один великолепный ресурс, помогающий в обучении, на чьей платформе размещено безмерное количество обучающих видео, которые можно успешно использовать как на занятиях с преподавателем, так и для самостоятельных занятий. Сегодня технологии позволяют в кратчайшие сроки сформировать коммуникативные навыки и научить сотрудничеству, умению работать в команде. Благодаря Интернету люди в отдаленных районах России могут, к примеру, узнать подробности об экспедиции, проходящей в Арктике, пообщаться с членами экспедиции, читать сообщения в блогах ученых, просматривать фотографии, отправлять исследователям вопросы по электронной почте или в чатах, общаться с учащимися из других классов, городов, стран и даже участвовать в различных видеоконференциях и вебинарах. Студенты имеют возможность сотрудничать в групповых проектах, используя технологические инструменты, такие как Wiki, документы Google и др. Интенсивно развивающиеся технологии расширили возможности студентов по взаимодействию с миром и для самостоятельного получения огромного объема знаний. Студенты могут общаться с

людьми по всему миру и таким образом изучать культуру и языки других народов, что делает их более развитыми, толерантными и открытыми.

Технологии в огромной степени влияют на взаимоотношения учителей и учащихся в учебном процессе. В традиционном классе, например, как мы и видим на иллюстрации Лаурентиуса де Волтолина, учитель является основным источником информации, а учащиеся – пассивные потребители образовательных услуг. Эта модель «учитель – мудрец на сцене» является доминирующей в образовании и по сей день, к сожалению. Однако, благодаря возможностям широкого доступа к информации и образовательным ресурсам, которые дали нам современные технологии, мы видим, что роль учителя в аудитории меняется [2]. Технологии – это мощный инструмент, который может поддерживать и значительно трансформировать образование, помочь учителям создавать учебные материалы, научить учащихся и преподавателей работать в единой команде. С приходом новых информационных технологий в образование на самих студентов теперь возлагается гораздо большая ответственность за самообучение, и это однозначно обеспечивает новую модель образования, способствующую более активному взаимодействию и работе. Убеждения и личное желание учителей и обучающихся интегрировать инновации в свою практику – есть ключ к достижению успешных результатов.

Нельзя отрицать, что назрела необходимость изменений в образовании, и одной из наиболее серьезных причин для этого является огромная техническая революция, которую наш мир претерпевает в последние годы. Сегодня у нас в руках маленькие смартфоны, обладающие бóльшим потенциалом, чем бортовой управляющий компьютер, который делал вычисления и контролировал движение, навигацию, управлял командным и лунным модулями в ходе космических полетов. Благодаря всемирному Интернету и вездесущности смарт-устройств наступает новый век возможностей получения знаний и образования в любое время и в любом месте. Разработчики учебных программ и технологий от образования должны использовать все имеющиеся возможности, чтобы сделать образование максимально эффективным и доступным для всех людей во всем мире [3].

Конечно, современные технологии присутствуют почти во всех сферах нашей жизни, и нас не может не тревожить то, что наша молодежь стала чрезмерно зависимой от них. Только грамотное и разумное использование этих устройств не навредит, а принесет пользу всему обществу. Современные учебные занятия уже трудно представить без использования технических новшеств, и, соответственно, традиционной модели пассивного обучения на смену приходит интерактивное. В классе учитель становится ободрителем, советником и тренером и, при грамотном и должном использовании мобильных устройств и соответствующих приложений, можно более эффективно готовить студента к будущей карьере. Кроме того, интеграция технологии в учебный процесс дает возможность подстроиться под образовательные способности и потребности разных студентов в одной и той же группе, даёт студентам возможность улучшить взаимодействие со своими однокурсниками и преподавателями. Когда мобильная технология легко доступна и правильно работает в аудитории, быстрее и проще получать доступ к самой современной информации [4].

Большинство педагогов воспринимают новые технологии в качестве мощных инструментов, помогающих удовлетворять образовательные потребности, но, к сожалению, некоторые учителя медленно меняют методы обучения, даже несмотря на наличие арсенала новых технологий в своём распоряжении. Следует поощрять учебные заведения и педагогов, которые эффективно применяют технологические новшества в своей работе. В связи с этим нужно грамотно и регулярно проводить семинары, знакомить педагогов с новыми методиками, платформами, ресурсами; повышение квалификации педагогов в области ИТ должно проводиться регулярно и не носить формальный характер.

Очень важна роль доступного высокоскоростного Интернета и бесплатных учебных онлайн-ресурсов, что может, в определенной степени, решить проблему нехватки учебной литературы и квалифицированных учителей, особенно в удаленных учебных заведениях. Комбинация новых технологий, таких как VR (виртуальная реальность) с традиционным обучением в классе, является одной из возможностей улучшить учебный процесс. Одним из ресурсов, которые помогут обучить визуальной грамотности и научить создавать и использовать визуальные тексты и образы в работе, является сайт www.literacyideas.com. Исследования показывают, что мы запоминаем приблизительно 10–20 % письменной или устной информации, но около 65 % информации, если она представлена визуально. Часто для нас слова в тексте – это просто слова. Когда мы создаем визуальный образ, помогающий сделать слова на странице живыми, мы используем свое воображение и видим больше, чем просто текст: у нас появляется визуальное представление, связанное с текстом. По словам Харви и Гудвиса, визуализация усиливает умственное мышление, используя умственные образы, а не просто слова и мысли [5]. Успешно создавать визуальные образы, карточки и рабочие листы могут помочь сайты таких ресурсов, как <http://www.edubuzzkids.com/index.php>, <http://mrmattie.com/2018/06/16/abc-order/> и др.

Для повышения визуального воздействия на аудиторию широко используется и презентационная программа Power Point, которая возникла в деловом мире, но сегодня занимает очень важное место в обучении. Популярность Power Point в образовательном пространстве основывается на простоте использования даже теми, кто не может считаться экспертами по компьютерам. Power Point может быть очень эффективным инструментом, помогающим обучению, если он используется грамотно.

YouTube – еще одна из самых популярных программ, огромный и разнообразный контент которого имеет почти бесконечный потенциал для работы. На сайте размещено более 10 миллионов видеороликов, отмеченных как образовательные, многие из которых представлены нашими коллегами-преподавателями [6].

Помимо YouTube вы можете найти отличные информационные видеоролики в ряде других мест. Перечислим только некоторые из них:

1. **Teacher Tube** (<https://www.teachertube.com>). TeacherTube является образовательной платформой для учителей, студентов и родителей. Он аналогичен YouTube, но контент там исключительно образовательный. Помимо видео, здесь можно прослушать аудио и просматривать фотографии.

2. **Neo K-12** (<https://www.neok12.com>). Neo K-12 имеет большую коллекцию коротких образовательных видеороликов, игры, викторины и другие контент, которые вы можете использовать на занятиях.

3. **Explore** (<https://explore.org/livcams>). Explore.org дает возможность своим ученикам в прямом эфире наблюдать за живой природой, а также предоставляет ряд предварительно записанных образовательных фильмов.

4. **EdTed** (<https://ed.ted.com>). На этом сайте вы можете найти массу специально разработанных познавательных и забавных видеороликов и видеоролики по самым разнообразным темам, которые сочетают в себе развлечение и образовательные ценности.

5. **Zane Education** (<http://www.zaneeducation.com>). Zane Education – отличный ресурс с обилием учебного материала, снабженного субтитрами, что, несомненно, делает его особенно ценным и для визуалов, и для учащихся с нарушениями слуха.

6. **PBS Video** (<https://www.pbslearningmedia.org>). Ресурс требует регистрации, чтобы получить бесплатный доступ к коллекции образовательных видеороликов.

7. **National Geographic** (<https://video.nationalgeographic.com>). Учителя и студенты нашей страны уже много лет знакомы и часто обращаются к журналу National Geographic за информацией о природе и мировой культуре. Теперь под тем же брендом выпускаются сотни образовательных видеороликов, к которым каждый может бесплатно получить доступ [7].

8. **NASA TV** (<https://www.nasa.gov/multimedia/nasatv/index.html#public>). На NASA TV вы можете смотреть онлайн-трансляции об исследованиях космического пространства. В библиотеке канала также можно найти видеоролики, которые можно посмотреть в удобное время.

9. **BBC** (<https://www.bbc.com/education>). BBC предлагает свою собственную коллекцию образовательных видеороликов, подразделенных на уровни аудитории.

10. **Видеоархив МГУ им. М. В. Ломоносова** (<http://media.msu.ru>).

11. **Интуит** (<https://www.intuit.ru/studies/courses?page=2>). Национальный открытый университет «ИНТУИТ» – предлагает большой выбор видеокурсов по математике, программированию, архитектуре ЭВМ, информационным и сетевым технологиям, а также физике, экономике, истории и др.

Несомненно, в интернете создана огромная планета видеоресурсов, которые можно успешно использовать для обучения. Но помимо этого, на помощь педагогам приходят системы управления обучением, обучающие информационные системы и другое программное обеспечение, которое можно успешно использовать для распределения заданий, создания тестов, управления расписаниями и отслеживания успеваемости учащихся. Без тестов сегодня не обходится ни один преподаватель, будь то школьный учитель или профессор. Во всемирной сети очень много ресурсов, которые помогают в этой работе. К примеру, программа ProProfs (<https://www.proprofs.com>) поможет составить тесты на любой вкус. С помощью этой программы можно составить тесты, предлагающие один или несколько вариантов ответов, заполнить пропущенное слово или написать развернутый ответ, эта программа позволяет вставлять в задания текстовые документы и презентации, файлы PDF, а также изображения, аудио- и видеофайлы. Сервис Kahoot (<https://kahoot.com>) расчи-

тан на использование в классе. Преподаватель показывает материал на главном экране, а в это время школьники отвечают на вопросы и обсуждают информацию, используя специальный контент для компьютеров или браузер на смартфонах (Android, iOS, WindowsPhone). ClassMaker (<https://www.classmarker.com>) – условно платная программа, но в бесплатном варианте позволяет создать около 100 тестов. EasyTestMaker (<https://www.easytestmaker.com>) дает возможность создавать задания с верными и ложными утверждениями. Сервис умеет перемешивать вопросы и варианты ответов, чтобы ученикам было сложнее списывать [8].

В течение многих лет политики, учителя, родители и студенты оценивают потенциальные преимущества технологий в образовании, её риски и последствия. Но и сейчас эти дебаты не теряют свою актуальность, поскольку в учебные программы все чаще внедряются технологии, а специалисты экспериментируют с новыми методами обучения. Есть уверенность, что использование современных технологий:

- даст возможность учителям предоставлять более персонализированный контент учащимся, позволяя им учиться в индивидуальном темпе;
- поможет студентам стать более квалифицированными и грамотными и, следовательно, быть более востребованными на рынке труда;
- даст больше возможностей для творческой работы с использованием цифровых и онлайн-приложений и инструментов;
- усовершенствует управление образовательным процессом, облегчив сбор информации о достижениях студентов;
- улучшит процесс общения учащихся, учителей и родителей.

Технологии, несомненно, позволяют экспериментировать, демократизировать аудиторию и вовлекать студентов в активную работу. С другой стороны, некоторые технологии в классе могут даже отвлекать и способствовать обману со стороны студентов, к примеру, во время контрольных работ.

Цифровой век принёс с собой не только прогресс, но и некоторые проблемы. Одной из главных проблем является информационная безопасность, безопасность хранения базы данных и персональных данных пользователей [9]. С этой целью очень важно прививать учащимся культуру пользования цифровыми технологиями.

Современное молодое поколение выросло с цифровой технологией, она вплетена в их жизнь, и представить себе жизнь без нее уже невозможно. Не следует рассматривать использование технологий в узком смысле, т. е. – это не только цифровые устройства, а все, что облегчает работу и можно использовать для более эффективного взаимодействия педагога и обучающегося. Цифровое образование создает новые возможности для обучения, поскольку учащиеся могут участвовать в онлайн-цифровой среде посредством использования гибридных курсов, персонализированного обучения, новых моделей сотрудничества и широкого спектра инновационных, привлекательных стратегий обучения.

Технологии на занятиях могут быть представлены разными способами и средствами: от использования смарт-карт, показа простых слайдов или видеороликов до предоставления онлайн-материалов, таких как учебные пособия, обучение на онлайн-курсах, проводить самотестирования и участвовать в дискуссионных форумах. Нам нужно смотреть правде в глаза, технология –

это «вещь» в современном мире, и она стала необходимой во всех сферах нашей жизни, и образование, без сомнения, не осталось в стороне.

Особо важную роль современные технологии в области образования играют для людей с ограниченными возможностями. Новые достижения цифровых технологий помогают обучаться студентам с физическими и умственными недостатками. Инновации в области инвалидных колясок, к примеру, позволяют студентам с ограниченными физическими возможностями участвовать в спортивных состязаниях; электронные устройства позволяют студенту контролировать курсор на экране компьютера без использования рук.

Мы живем в цифровом мире, и знание технологий – это не только получение отдельных технологических навыков, а глубокое понимание цифровой среды, обеспечивающее интуитивную адаптацию к новым контекстам и совместное создание контента с другими. Создание презентаций, обучение дифференцированию надежных и ненадежных источников в Интернете, поддержание надлежащего онлайн-этикета – это жизненно важные навыки, которым учащиеся могут научиться в классе [1]. Технология позволяет сделать более активным процесс обучения; можно принимать участие в онлайн-опросе, задать лектору вопрос во время лекций и мгновенно получить ответ. Более динамично могут проходить занятия и с использованием цифровых учебников, которые включают электронные ссылки на соответствующие материалы и ресурсы.

Учителя, получившие возможность использовать Интернет в образовательных целях, осознают, что получили доступ к огромным ресурсам и платформам, помогающим делать процесс обучения более привлекательным и эффективным. С этой целью мы, к примеру, успешно используем в своей работе с иностранными студентами образовательный ресурс «Сторителлинг в РКИ: эффективно и нескучно» (<https://storytellingrussian.com>), который делает ставку на выработку автоматизмов в говорении и понимании [7].

Современные цифровые технологии помогают также автоматизировать множество утомительных задач. Российский продукт Дневник.ру (<https://dnevnik.ru>), к примеру, дает возможность отслеживать посещаемость учащихся, составлять планы занятий, выставлять оценки в электронном дневнике учащегося, общаться в чате с учащимися и их родителями. Учащиеся могут в сети обмениваться информацией, работать вместе над групповыми проектами, взаимодействовать с преподавателем, если это необходимо.

Наравне с преимуществами, технологии привнесли в нашу жизнь и ряд проблем. Одной из них для педагога стало то, что помимо написания планов уроков, приходится еще подготавливать технические ресурсы, что может стать головной болью для учителя, не владеющего технологиями в достаточной мере. Многие преподаватели скептически относятся к использованию технологий на занятиях, полагая, что это минимизирует возможности устного общения, может способствовать обману и недобросовестности во время выполнения заданий [8]. Учащиеся во все века находили пути и способы списывания и обмана преподавателя, а цифровой век намного упрощает этот процесс. И, несмотря на это, можно минимизировать риски, структурируя задания и контрольные тесты таким образом, чтобы затруднить обман и списывание. Справиться с этой проблемой может помочь, к примеру, программа Turnitin (http://turnitin.com/en_us/higher-education), успешно используемая бо-

лее чем в 140 странах мира. Эта программа предоставляет каждому студенту индивидуальное задание, классифицирует его, оценивает знания и успешно борется с плагиатом.

Мы используем все больше и больше открытых образовательных ресурсов, представляющих учебные материалы с открытой лицензией, которые каждый имеет право свободно использовать, копировать, адаптировать. Открытые образовательные ресурсы не только помогают экономить на покупке обычных учебников, но порой превосходят их по эффективности. Top Hat Marketplace (<https://tophat.com/marketplace/>) и Edutainme (<http://www.edutainme.ru/post/oer-all/>), к примеру, делятся подборкой онлайн-библиотек открытых образовательных ресурсов и полезных материалов об их использовании. В международной практике открытые образовательные ресурсы (ООР) существуют уже более 10 лет. В России и странах СНГ движение ООР пока не приобрело массового характера, хотя нельзя сказать, что таких ресурсов в наших странах нет. Например, по заказу Министерства науки и высшего образования Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций (ГосНИИ ИТТ) «Информика» создал Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. Все библиотеки страны, в том числе и учебных заведений, обязаны предоставлять доступ к своей электронной базе данных. Есть и множество других порталов для школьников и студентов.

Подводя итог, хочется сказать, что, несмотря на развитие технологий, мы не должны слепо отказываться от всех старых методов и учебников, следует интегрировать технологии в процесс образования, чтобы сделать уроки более приятными, творческими и эффективными. Современные технологии являются очень эффективным инструментом, они открывают возможности для новых открытий и новых способов обучения и сотрудничества. Но технологии – всего лишь инструмент, и только их разумное использование может улучшить качество образования. Никакие технологии и технические новшества не способны заменить преподавателя, технологии лишь помогают создать более гибкую среду обучения, которая рождает инновации в сотрудничестве учителя и ученика.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Закаева Б. К., Братчик А. Б.* Традиционные и инновационные методы обучения студентов иностранным языкам // Труды СКГМИ (ГТУ). 2015. № 22. С. 208–213.
2. *Братчик А. Б., Закаева Б. К.* Использование интерактивных форм в процессе преподавания английского языка // Личность, семья и общество: вопросы педагогики и психологии. 2016. № 61. С. 72–78.
3. *Harvey S., Goudvis A.* Strategies that work: Teaching comprehension to enhance understanding. New York, ME: Stenhouse (2000).
4. *Закаева Б. К., Братчик А. Б., Кусов И. Р.* Интерактивные методы обучения. Наука – обществу // Труды V Региональной междисциплинарной конференции молодых ученых. Владикавказ: ВНЦ РАН, 2016. С. 328–334.
5. *Кротовская М. А.* Использование информационных ресурсов интернета в работе со студентами // Педагогические науки. 2016. № 6. С. 34–36.

6. *Волосова А. В.* Интегрирование ИКТ в учебный процесс в общеобразовательном учреждении // Педагогические науки. 2015. № 1. С. 25–29.
7. *Ермолаева Ж. Е., Лапухова О. В., Герасимова И. Н.* Инфографика как способ визуализации учебной // Школьные технологии. 2015. № 2. С. 100–107.
8. *Ермолаева Ж. Е., Лапухова О. В.* Сторителлинг как педагогическая техника конструирования учебных задач в вузе // Научно-методический электронный журнал: Концепт. 2016. № 6. С. 128–137.
9. 10 Best Practices for Creating Tests. <https://edulastic.com/blog/10-best-practices-creating-tests/> Дата обращения: 1 июля 2018 г.
10. *Филлипова И.* Подготовка специалистов в вузе: инновационные технологии обучения // Проблемы теории и практики обучения 2011. № 6. С. 40–46.



УДК 320

Ст. преподаватель ЗОЛОЕВА З. Т.

ДУХОВНАЯ КУЛЬТУРА И ПРОБЛЕМЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РОССИИ

В статье рассматриваются проблемы обеспечения национальной безопасности в России. Автор отмечает существование кризиса индивидуального и общественного сознания, сопровождаемых снижением культурного уровня общества, проникновением в сознание граждан ложных ценностей, а также дегуманизацией и деградацией личности. Все это вызывает необходимость в изменении содержания идеи духовно-нравственного становления и обновления как отдельной личности, так и общества в целом. Важное место в этих условиях приобретают действенные правовые основы, отвечающие потребностям сегодняшнего дня и преследующие цель обеспечения безопасности людей как на национальном, так и на международном уровне.

Ключевые слова: право, духовная культура, национальная безопасность, безопасность, устойчивое развитие, духовная безопасность, государственная политика в области духовной культуры.

Z. T. Zoloeva

SPIRITUAL CULTURE AND PROBLEMS OF NATIONAL SECURITY IN RUSSIA

The article deals with the problems of national security of Russia. The author notes the existence of a crisis of individual and social consciousness accompanied by a decrease in the cultural level of society, penetration into the consciousness of citizens of false values, as well as dehumanization and degradation of the individual. All this makes it necessary to change the content of the idea of spiritual and moral formation and renewal, both of the individual and of society as a whole. In these circumstances, an important place is taken by the effective legal framework that meets the needs of today and pursues the goal of ensuring human security both at the national and international level.

Keywords: *law, spiritual culture, national security, security, sustainable development, spiritual security, state policy in the field of spiritual culture.*

Как известно, каждый новый виток в развитии общества характеризуется специфичностью и наличием разнообразных проблем, каждая из которых имеет свою меру исторической, социальной и научной актуальности. В этой связи вызывают озабоченность негативные явления, которые постепенно влияют на индивида, приобретают тенденциозный характер и сопровождаются как резким снижением культурного уровня общества, проникновением в сознание людей ложных ценностей, так и апатией, дегуманизацией, деградацией личности. В таких условиях общество становится разобщенным и характеризуется утратой национальных традиций и преемственности [1, с. 5].

Особо болезненными обозначенные проблемы становятся в условиях кризиса индивидуального и общественного сознания. Все это актуализирует необходимость обращения к проблематике духовных ценностей в жизни социума. Мы полностью разделяем мнение Л. Х. Газгериевой о том, что в настоящее время существует потребность изменения содержания самой идеи духовно-нравственного становления и обновления личности и общества. Особо уязвимой частью общества, как известно, является молодежь, которая в процессе своей социализации может ориентироваться на ложные ценности либо вообще оказаться в состоянии экзистенциального вакуума. Дальнейшее развитие общества требует формирования новых установок в мировоззрении граждан, так как бездуховность порождает чувство потери жизненно важных духовно-ценностных ориентиров. Особую остроту в этих условиях принимает проблема «размывания» ценностных традиционных ориентиров, характерных для общества [1, с. 6].

Так, например, «драматической ситуацией» названо современное состояние духовной культуры мирового сообщества в Послании Папы Римского Иоанна Павла Второго по случаю Всемирного дня мира [2]. Важно отметить, что задача обеспечения безопасности как на международном, так и на внутригосударственном уровне, не может быть решена эффективно без разрешения соответствующих этических проблем в человеческом обществе. Данные проблемы являются актуальными и для России. Ведь в зависимости от того, как они будут разрешаться, во многом зависит социальная стабильность российского общества, уровень жизни народа, его качество жизни, а также национальная безопасность страны [3, с. 27].

Базовым документом в сфере обеспечения национальной безопасности является «Стратегия национальной безопасности Российской Федерации», которая под национальной безопасностью России понимает состояние защищенности личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз, при котором обеспечиваются реализация конституционных прав и свобод граждан РФ, достойные качество и уровень их жизни, суверенитет, независимость, государственная и территориальная целостность, устойчивое социально-экономическое развитие РФ [4].

Все чаще сегодня исследователи [5, с. 32] приходят к выводу об актуализации проблематики духовной безопасности в современном российском обществе. Духовно-нравственная безопасность – состояние защищенности общественного сознания и морального здоровья нации, ее традиционных, ду-

ховных ценностей и уклада жизни от внешних неблагоприятных влияний. Это предполагает поддержку государственной властью нравственных норм, традиционных конфессий и традиций национальных культур.

«Духовная безопасность» является неотъемлемым элементом национальной и конституционной безопасности. Зачастую религиозные ценности используются как источники права и стратегических политических целей, а религиозные воззрения граждан явно или скрытно воздействуют на правосознание, правопорядок, правопослушание, семейный уклад, статус человека, культуру, а также на происходящие в стране политические процессы [6, с. 4].

В качестве угроз национальной безопасности в области культуры выделяют процессы, связанные с размыванием традиционных российских духовно-нравственных ценностей и ослаблением единства многонационального народа России посредством внешней информационной и культурной экспансии, пропаганды вседозволенности и насилия, расовой, национальной и религиозной нетерпимости, а также снижением роли русского языка в мире, качества его преподавания в России и в зарубежных странах, стремления зарубежных государств фальсифицировать российскую и мировую историю и т. д.

Для обеспечения устойчивого развития российского государства необходимо установление в качестве стратегического ориентира государственной политики в области духовной культуры принципа национального единства. Перспективы дальнейшего безопасного развития социума теснейшим образом взаимосвязаны с состоянием духовной культуры во всех слоях общества, ее ценностными ориентирами и установками. Таким образом, на сегодняшний день духовная культура выступает фундаментальным стратегическим фактором, надежным гарантом в обеспечении безопасности как на национальном, так и на международном уровне.

Всё это указывает на необходимость создания эффективной системы по профилактике, выявлению и пресечению деструктивного влияния геополитических конкурентов России на сознание российских граждан, по развитию патриотического, культурного, морального потенциала российского общества. Обеспечение безопасности духовной сферы в России может быть эффективным только в случае комплексного, системного подхода к решению существующих и вновь возникающих проблем в данной области социальных отношений. Это обусловлено тем, что основным объектом воздействия в геополитическом соперничестве в современных условиях всегда будет являться духовная сфера общества государства-конкурента, основой которой является индивидуальное, групповое и массовое сознание. Мы полностью разделяем мнение Тонконогова А. В. о том, что духовность является одним из основных факторов национальной безопасности. Поэтому требуется её постоянная защита от существующих и вновь возникающих вызовов и угроз. В современной России на данный момент ещё не создана единая система обеспечения духовной безопасности. Вместе с тем её формирование является важнейшей задачей субъектов Российской Федерации для обеспечения национальной безопасности, и для этого существуют все предпосылки. Отсутствие системы обеспечения безопасности духовной сферы социума может привести в конечном итоге к неспособности государства обеспечить военную, экономическую, социальную, политическую и экологическую безопасность Российской Федерации [7, с. 222].

Как справедливо отмечает Чернова И. Б., в первую очередь необходимо определиться с тем, кто должен заняться оздоровлением духовной сферы общества и какими методами должно производиться такое оздоровление. Исторический опыт России показывает, что всплеск патриотизма и национального самосознания происходили в трудные, переломные для страны годы [9, с. 33].

Конституция Российской Федерации закрепляет свободу совести, вероисповедания, мысли, слова, достоинства личности, неприкосновенности личности и частной жизни. Кроме того, ст. 7 Конституции установила, что Российская Федерация является социальным государством, политика которого направлена на создание условий, обеспечивающих достойную жизнь и свободное развитие человека. Ст. 13 утверждает, что никакая идеология не может устанавливаться в качестве государственной или обязательной. А в соответствии со ст. 24, п. 4 каждому гражданину страны гарантируется право свободно искать, получать, передавать, производить и распространять информацию любым законным способом. В то же время Конституция в ст. 29 запрещает деятельность по пропаганде или агитации, возбуждающую социальную, расовую, национальную или религиозную ненависть или вражду.

Эти положения Конституции составляют основу для духовного развития граждан России. Перечисленные положения Конституции конкретизируются в различных нормативных актах. Однако, как бы подробно ни были описаны и гарантированы правовые условия, необходимые для духовного развития, в жизнь они воплощаются конкретными людьми. Причем для обеспечения духовной безопасности характерно, что так или иначе, осознавая это или нет, в позитивном или негативном направлении, но каждый человек участвует в этом процессе. Не вызывает сомнения факт невозможности достижения позитивной динамики в решении задач обеспечения духовной безопасности исключительно силовыми мерами. Так как в данной сфере важное значение имеет проявление свободной воли и личного сознательного выбора человека.

Как известно, формирование духовных основ происходит в процессе социализации личности на основе позитивных примеров авторитетных представителей общества. В связи с чем первостепенное место в решении проблемы обеспечения духовной безопасности отводится учреждениям системы образования, семье, религиозным и общественным организациям, гражданскому обществу. Все это говорит о необходимости продуманной культурной политики, отражающей имеющиеся проблемы и предлагающей эффективные способы их решения [9, с. 33]. Как справедливо отметил В. В. Путин: «В российском обществе необходимо формировать такую культурную среду, такие ценности, которые бы опирались на нашу историю, традиции, объединяли бы время и поколения, способствовали консолидации нации и, конечно же, открывали возможности для создания нового, современного пространства культуры, в котором живёт и развивается человек, реализует свой потенциал» [8].

В настоящее время концепция культурной политики все еще находится в стадии формирования. Однако не вызывает сомнений тот факт, что обеспечение национальной безопасности невозможно без решения проблемы духовной безопасности. А заинтересованность широких слоев населения к проблематике духовной безопасности дает надежду на оздоровление ситуации в будущем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Газгиреева Л. Х. Духовная жизнь современного российского общества в экзистенциально-ценностном измерении: Дисс. ... д-ра философ. наук. Ставрополь, 2014.
2. Послание Папы Римского Иоанна Павла Второго по случаю Всемирного дня мира. Ватикан, 01.01.2005 г. // Всемирный Форум Духовной Культуры ВФДК [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.proza.ru/>. Дата обращения 10.10.2018.
3. Колин К. К. Духовная культура общества как стратегический фактор обеспечения национальной и международной безопасности // Вестник культуры искусств. 2010. № 1.
4. Указ Президента Российской Федерации от 31 декабря 2015 года № 683 «О стратегии национальной безопасности Российской Федерации» // Собрание законодательства РФ. 04.01.2016. № 1 (часть II). Ст. 212.
5. Виноградов А. В Проблемы национальной безопасности // Право и безопасность. 2003. № 3–4.
6. Архиепископ Белгородский и Старооскольский Иоанн (Попов), Возьмител А. А., Хвьяля-Олинтер А. И. Духовная безопасность России (актуальные теоретико-методологические и практические проблемы духовной безопасности). М., 2005.
7. Тонконогов А. В. Духовная безопасность российского общества в условиях современного геополитического соперничества (социально-философский анализ): Дисс. ... д-ра философ. наук. М., 2011.
8. В Кремле вручены премии деятелям культуры и премии за произведения для детей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kremlin.ru/transcripts/20638.html>. Дата обращения 12.10.2018 г.
9. Чернова И. Б. Духовные аспекты системы национальной безопасности современной России // Вестник Адыгейского государственного университета. Серия 1: Регионоведение: философия, история, социология, юриспруденция, политология, культурология. 2014. № 2.



УДК 340

*Д-р полит. наук, профессор КОЙБАЕВ Б. Г.,
ст. преподаватель ЗОЛОЕВА З. Т.*

ПРАВОВЫЕ НОРМЫ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

В статье анализируются аспекты влияния правовых норм на развитие процесса устойчивого развития горных территорий. Авторы отмечают, что в современных условиях право, выступающее одним из основных регуляторов общественных отношений, приобретает особое значение. Совершен-

ствование правовых основ в целях поддержания безопасности и обеспечения устойчивого развития горных территорий является необходимым, в связи с уязвимостью указанных районов к антропогенному вмешательству. Авторы анализируют нормативно-правовые акты, а также реализуемые в республике программы в исследуемой сфере и предпринимают попытку выявления существующих проблем. В заключение авторы приходят к выводу о необходимости применения комплексного подхода с опорой на действенные правовые основы.

Ключевые слова: право, государство, правовое регулирование, правовое воздействие, устойчивое развитие, горные территории, РСО-Алания.

B. G. Koybaev, Z. T. Zoloeva

LEGAL NORMS AS A FACTOR OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF MOUNTAIN TERRITORIES

The article analyzes the aspects of the influence of legal norms on the development of sustainable mountain development. The authors note that in modern conditions, the law, which is one of the main regulators of social relations, acquires special significance. Improving the legal framework to maintain security and ensure the sustainable development of mountain areas is necessary, due to the vulnerability of these areas to anthropogenic interference. The authors analyze the normative legal acts, as well as the programs implemented in the republic in the field under investigation and attempt to identify existing problems. In conclusion, the authors come to the conclusion that it is necessary to apply an integrated approach based on effective legal frameworks.

Keywords: law, state, legal regulation, legal effect, sustainable development, mountainous territories, North Ossetia-Alania.

В настоящее время проблемам устойчивого развития горных регионов уделяется повышенное внимание. Являясь чувствительными экосистемами, горные районы зачастую обнаруживают экономическую отсталость и, как следствие, – социальную неразвитость. Важно отметить существующие диспропорции в развитии равнинных, горных и предгорных территорий. Данные диспропорции имеют глобальный характер и охватывают более 100 государств. Видится, что устойчивому развитию горных территорий будет способствовать совершенствование знаний и осуществление исследований, которые направлены на выявление существующих проблем и способов их преодоления. Поэтому особую актуальность приобретает выявление слабых секторов региональной системы, а также установление причинно-следственной связи с целью стабилизации экономической ситуации в горных районах [1]. Таким образом, в настоящее время существует необходимость в выработке единой общегосударственной политики с учетом региональных особенностей и специфики развития горных районов субъектов РФ.

С определенной долей условности из общего массива проблем устойчивого развития горных территорий можно выделить: социально-экономические, экологические и правовые проблемы.

Социально-экономические проблемы горных территорий связаны, прежде всего, с оттоком населения в равнинные районы и города; низким уровнем развития социальной и производственной инфраструктуры; а также высоким уровнем безработицы и смертности.

Особую озабоченность вызывают экологические проблемы горных территорий, которые характеризуются уменьшением продуктивности почвенных покровов, их эрозией, ухудшением качественных характеристик сенокосов, уменьшением территорий, занятых горными лесами, и оскудением их видового состава; повышенными рекреационными нагрузками, деформированием структуры особо охраняемых природных территорий и т. д. Кроме того, для горных поселений характерно малое количество мест сбора твердых бытовых отходов и очистных сооружений. Изменчивость природных процессов также характерна для горных территорий. Мощным дестабилизирующим фактором, влияющим на экологическую устойчивость, выступают также опасные природные процессы. Значительная часть средств из республиканского бюджета ежегодно расходуется на мероприятия, направленные на ликвидацию последствий обвалов, схода селей, оползней и лавин. На первый план выступает проблема пересмотра стратегии использования социально-экономического и природно-ресурсного потенциала горных районов республики для осуществления целей устойчивого развития [5].

Важное значение в этих условиях приобретает право, выступающее одним из основных регуляторов общественных отношений. Совершенствование правовых основ в целях поддержания безопасности и обеспечения устойчивого развития горных территорий является необходимым в связи с уязвимостью указанных районов к антропогенному вмешательству.

По справедливому мнению И. Л. Бачило, «...право само по себе является идеологической и политической категорией» [2], оно способно не только упорядочить существующие общественные отношения, но и способствовать их качественному изменению. Право, таким образом, выступает особой управляющей системой, привносящей в обслуживаемую ею среду, а также в среду, порождающую эту систему, упорядочивающее воздействие.

Через политику и право государство реализует свои функции. Задача права (в условиях современных тенденций) состоит в том, чтобы обеспечивать равновесие между темпами технологического развития, большими возможностями техники и сдержанными темпами перестройки государственных и экономических институтов, а также изменением психологии людей.

Таким образом, в современных условиях, характеризующихся глубокой трансформацией общественных отношений, исследования значимости права как регулятора общественных отношений, способствующего устойчивому развитию горных регионов в современной России, становятся наиболее актуальными. Анализ данной проблемы и ее особенностей в контексте необходимости обеспечения устойчивого развития горных территорий имеет существенный теоретический и практический интерес.

Российская Федерация является участницей ряда международных договоров (например, Киотский протокол об изменении климата). Кроме того, Россия участвует в региональных соглашениях с государствами – участниками Содружества Независимых Государств (СНГ) Так, например, в рамках

СНГ действуют «Горная хартия государств – участников СНГ» и «Соглашение о сотрудничестве в области изучения, разведки и использования минерально-сырьевых ресурсов».

По нашему мнению, в настоящее время существует целесообразность в принятии совместных мер по линии законодательной власти, направленных на развитие горных территорий, с опорой на международные документы и с учетом местной региональной специфики. В связи с чем видится необходимой координация деятельности на уровне исполнительных и законодательных органов субъектов РФ.

Правовое регулирование в исследуемой сфере включает два уровня: федеральный и региональный. На федеральном уровне особое место отведено Конституции РФ. Основной Закон РФ содержит ряд норм общего характера, устанавливающих свободу экономической деятельности, единство экономического пространства, многообразие и равноправие различных форм собственности, защиту конкуренции (Ст. 8) [7].

Среди действующих федеральных законов, регулирующих отношения в исследуемой сфере, следует назвать законы «О недрах», «Об охране окружающей среды», «Об охране атмосферного воздуха», «Об участках недр, право пользования которыми может быть предоставлено на условиях раздела продукции», «Об экологической экспертизе», «Об особо охраняемых природных территориях», «О газоснабжении», «О лицензировании отдельных видов деятельности», а также Земельный кодекс Российской Федерации, Лесной кодекс Российской Федерации, Водный кодекс Российской Федерации и др.

Однако действующее законодательство содержит ряд недостатков. Так, видится необходимым пересмотреть положения, регулирующие плату за загрязнение окружающей среды; создать правовые основы для совершенствования механизма стимулирования природоохранной деятельности; усовершенствовать правовую базу в сфере страхования экологических рисков. Многие вопросы все еще остаются неурегулированными. В числе таких вопросов можно назвать отсутствие правового закрепления режимов горного имущества и статуса отдельных видов полезных ископаемых и т. д. Кроме того, по справедливому мнению Б. Д. Клюкина, нормы перечисленных законодательных актов зачастую носят декларативный характер и не обеспечиваются сопровождающими их актами, в связи с чем их применение становится затруднительным [5]. Все это диктует необходимость разработки единой концепции развития горнодобывающей отрасли на федеральном уровне.

Важное значение для правового регулирования горных территорий имеют нормативно-правовые акты субъектов Российской Федерации. Правовая база РСО-Алания в сфере регулирования горных территорий развита слабо. Однако в республике принят Закон от 30 декабря 1998 года № 30-РЗ «О горных территориях в Республике Северная Осетия-Алания» в соответствии с которым, «горными территориями в Республике Северная Осетия-Алания считаются местности, где среда обитания: высота, рельеф и климат – создает особые условия, влияющие на повседневную человеческую деятельность» [4]. Однако, несмотря на то, что термин «горная территория» используется в официальных документах, дефиниции «горная территория» все еще не придан административно-территориальный статус. На территории горных

районов республики расположено значительно число сельских поселений. В этой связи важно отметить, что и на федеральном уровне также отсутствует законодательное закрепление понятий, устанавливающих особый статус «горной территории».

Кроме того, в республике действуют Закон РСО-Алания «Об охране окружающей среды»; Закон РСО-Алания «О недропользовании в Республике Северная Осетия-Алания»; Закон Республики Северная Осетия-Алания от 31 марта 2008 г. № 6-РЗ «О стратегии социально-экономического развития Республики Северная Осетия-Алания до 2030 года»; Постановление Правительства Республики Северная Осетия-Алания от 17 июля 2009 г. № 219 «О порядке добычи общераспространенных полезных ископаемых для собственных нужд и при осуществлении разведки и добычи иных полезных ископаемых в границах предоставленных горных отводов в Республике Северная Осетия-Алания» и др.

Однако перечисленные нормативные акты республики также характеризуются рядом недостатков, для устранения их необходимы повышенное внимание к проблемам экологической безопасности и ужесточение ответственности за нарушение норм горного законодательства и др. В Закон «О малом предпринимательстве» нужно внести поправку о льготном налогообложении малого предпринимательства в горах [3].

Важное значение для обеспечения устойчивого развития горных территорий имеет Государственная программа Республики Северная Осетия-Алания «Охрана окружающей среды, экологическая безопасность и благополучие Республики Северная Осетия-Алания на 2014–2020 годы». Эта программа наряду с финансово-экономическими, социальными, организационно-управленческими выделяет и нормативно-правовые риски, возникающие в процессе ее реализации. Данные риски обусловлены вероятностью возникновения коллизий и пробелов в правовом регулировании, что также требует корректировку законодательства в сфере экологии и природопользования как федерального, так и республиканского уровня.

Как справедливо отмечают Бероев Б. М., Макоев Х. Х., Бадов А. Д., положительное влияние на процесс социально-экономического и демографического развития горной части РСО-А окажет проведение комплекса мероприятий, основанных на научном, экономическом и правовом обеспечении хозяйственного освоения горных районов. Особое место среди данных мероприятий должно быть уделено работе по координации органов исполнительной власти республики и организаций по социально-экономическому развитию и обеспечению устойчивого развития горных районов [3].

Мы полностью разделяем точку зрения авторов, отмечающих необходимость принятия Горного кодекса РФ, включающего весь комплекс отношений в исследуемой сфере.

На основании изложенного можно сделать вывод о том, что в современных условиях, когда устойчивому развитию горных территорий препятствует ряд проблем, особую роль приобретает право. Так как именно право при помощи своих механизмов позволит упорядочить весь спектр общественных отношений, что, несомненно, будет способствовать устойчивому развитию горных территорий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абдулманов П. Г., Галбацдибирова М. А. Комплексное развитие горных территорий // Современные исследования социальных проблем. 2015. № 5. С. 686.
2. Бачило И. Л. Информационное право. Основы практической информатики. М., 2001. С. 89.
3. Беров Б. М., Макоев Х. Х., Бадов А. Д. Эколого-правовые проблемы устойчивого развития горных территорий Северной Осетии // Проблемы региональной экологии. 2009. № 5. С. 234.
4. Закон Республики Северная Осетия-Алания от 30 декабря 1998 г. № 30-РЗ «О горных территориях Республики Северная Осетия-Алания» // URL: <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=138018129&rdk=&backlink=1> (дата обращения 04.04.2018 г.).
5. Закон Республики Северная Осетия-Алания от 31 марта 2008 г. № 6-РЗ «О Стратегии социально-экономического развития Республики Северная Осетия-Алания до 2030 года» // URL: <http://docs.cntd.ru/document/802042100> (дата обращения 04.04.2018 г.).
6. Клюкин Б. Д. Законодательная база горного права РФ и пути ее совершенствования // Энергетическое право. 2005. № 1. С. 4–10.
7. Конституция РФ 1993 г. (принята всенародным голосованием 12.12.1993) (с учетом поправок, внесенных Законами РФ о поправках к Конституции РФ от 30.12.2008 № 6-ФКЗ, от 30.12.2008 № 7-ФКЗ, от 05.02.2014 № 2-ФКЗ, от 21.07.2014 № 11-ФКЗ) // Собрание законодательства РФ. 04.08.2014. № 31. Ст. 4398.



УДК 389

*Канд. техн. наук, профессор РОГАЧЕВ Л. В.,
канд. техн. наук, доцент САХАНСКИЙ Ю. В.*

МЕТРОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА НАУЧНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Разъяснены цели и задачи метрологической экспертизы разрабатываемой научной документации. Приведены требования правовых документов метрологии к техническим заданиям на проведение работ, методикам выполнения измерений и отчетам о НИР. Содержатся сведения об оформлении результатов метрологической экспертизы и формах ее организации. Затронуты вопросы автоматизации экспертизы.

Ключевые слова: *Законы Российской Федерации, стандарты, рекомендации, руководящие документы, метрологическая экспертиза, отчеты о НИР, средства и методики измерений, измеряемые параметры, точность, единицы величин.*

METROLOGICAL EXAMINATION OF SCIENTIFIC WORKS DOCUMENTATION

The goals and tasks of the metrological expertise of the scientific documentation being developed are clarified. The requirements of the legal documents of metrology to the technical assignments for carrying out the work, the methods for performing the measurements and the reports on R & D are presented. Information on the design of the results of metrological examination and the forms of its organization is contained. The questions of automation of examination are touched.

Keywords: laws of the Russian Federation, standards, recommendations, guidance documents, metrological expertise, reports on research, tools and measurement techniques, measured parameters, accuracy, units of quantities.

Настоящая статья имеет цель ознакомить научных сотрудников с нормативной документацией, предусматривающей проведение метрологической экспертизы НИР. МЭ способствует конкурентоспособности научных разработок на мировом рынке. При метрологической экспертизе выявляют ошибочные или недостаточно обоснованные аргументы. Она помогает решению технико-экономических задач при разработке научной документации [3].

В Федеральном законе «Об обеспечении единства измерений» представлены формы проведения и дано определение метрологической экспертизы документации (МЭД). Метрологическая экспертиза проводится в обязательном или добровольном порядке. В добровольном порядке может проводиться метрологическая экспертиза продукции, проектной, конструкторской, технологической документации и других объектов, в отношении которых законодательством Российской Федерации не предусмотрена обязательная метрологическая экспертиза. Метрологическая экспертиза – это анализ и оценка правильности установления и соблюдения метрологических требований применительно к объекту, подвергаемому экспертизе. Межгосударственная рекомендация РМГ 63 конкретизирует эти требования и определяет объекты. Метрологическая экспертиза – это анализ и оценка технических решений по выбору измеряемых параметров и их значений, установлению требований к точности измерений, выбору методов и средств измерений (СИ), их метрологическому обслуживанию.

Объектами МЭД в том числе являются [2]:

- 1) проекты технических заданий работ, программ, методик, заявок, инструкций;
- 2) отчеты о НИР, ОКР, результатах испытаний;
- 3) методики выполнения измерений.

Кроме того, метрологической экспертизе могут подвергаться диссертационные и выпускные квалификационные работы, издаваемая учебно-методическая литература.

Рассмотрим подробнее в соответствии с нормативными документами задачи, решаемые при проведении МЭ этих объектов.

1. В метрологическую экспертизу технического задания на научно-исследовательскую работу входят следующие вопросы [1]:

- оценка перечня измеряемых параметров с проверкой измеряемых величин на однозначность, информативность (измерение одной величины в определенных условиях должно обеспечивать достаточную количественную и качественную информацию о протекающих эффектах в исследуемых изделиях или процессах);

- термины, наименования измеряемых величин и обозначения их единиц, размерность должны быть выражены в международной системе единиц или допускаемых для временного использования внесистемных единицах в соответствии с ГОСТ 8.417 и РМГ 29;

- проверяются метрологические возможности проведения исследования с использованием имеющихся СИ и методик выполнения измерений;

- оптимальность требований к точности измерений, то есть объективность и полнота требований к точности измерений параметров при выбранной доверительной вероятности (требуемая точность измерения параметра должна давать возможность с экономической целесообразностью выбрать необходимые СИ и методику выполнения измерений);

- анализ объема и условий проведения исследований;

- возможность эффективного метрологического обслуживания СИ.

2. В отчете о научно-исследовательской работе (далее НИР) основными объектами анализа при метрологической экспертизе являются измеряемые величины, методики выполнения измерений (включая процедуры отбора проб и обработки результатов измерений), используемые средства измерений, погрешность измерений. В отчетах о НИР, связанных с разработкой ИИС и АСУТП, кроме перечисленных объектов, анализируют возможность поверки (калибровки) средств измерений и измерительных каналов, эффективность встроенных подсистем контроля работоспособности измерительных каналов и контроля достоверности, поступающей от датчиков измерительной информации. При этом оценивают, насколько эффективно используют информационную избыточность, возникающую как результат связей между измеряемыми параметрами и многократными измерениями.

Проверяется правильность применения наименований и обозначений физических величин и их единиц, а также терминов, определений и метрологических понятий по тексту отчета в соответствии с РМГ 29 и ГОСТ 8.417.

Контролируется правильность выбора средств измерения и оценка достоверности полученных результатов измерений в соответствии с РД 95 762.

Анализируется способ обработки экспериментальных данных и правильность представления результатов согласно методическим указаниям МИ 1317. Сопоставляются результаты выполненного эксперимента с теоретическими данными и ранее проведенными аналогичными экспериментами. Определяется наличие технически и экономически обоснованных норм точности и их соответствия требованиям технического задания, а также стандартизованным способам выражения точности измерений в соответствии с МИ 1317 [5].

3. Оценка методик выполнения измерений (МВИ), используемых для контроля параметров изделия, включает в себя:

- установление преимущественного применения стандартизованных или наличие аттестованных методик выполнения измерений;

- проверку экономичности выбранного метода контроля – минимальная трудоемкость контрольных операций при заданной точности измерений и минимальной стоимости СИ (при использовании нестандартизованных СИ оценивается полнота требований к ним, рассматривается вопрос обоснованности их применения и возможность замены унифицированными СИ; при большом объеме и значительной трудоемкости обработки результатов измерений рассматривается вопрос о целесообразности использования вычислительных комплексов, стандартных или специальных программ обработки измерительной информации и соответствии их требованиям, предъявленным к обработке результатов измерений);

- проверку правильности выбора СИ с учетом предусмотренных условий измерений и методов обработки результатов измерений [7];

- проверку достаточности методов контроля, т. е. обеспечения методами и СИ всех установленных в данном документе допускаемых отклонений параметров (в случае использования косвенных измерений проверяется наличие и правильность расчета, подтверждающего обеспечение необходимой точности определения контролируемого параметра);

- проверку правильности указаний по организации и проведению измерений с целью обеспечения безопасности труда.

Наиболее простой формой фиксации результатов метрологической экспертизы являются замечания эксперта в виде пометок на полях документа. После учета разработчиком таких замечаний эксперт визирует документы.

Другая типичная форма – экспертное заключение. Его составляют в следующих характерных случаях при оформлении результатов метрологической экспертизы:

- технической документации, поступившей от других организаций;
- комплектов документов большого объема.

Основными задачами метрологической экспертизы технической документации являются:

- идентификация объекта измерений и его параметров, подлежащих измерениям;

- определение оптимальной точности измерений;

- рациональный выбор средств и методик выполнения измерений;

- анализ рациональности принятых решений в области метрологического обеспечения;

- оценка соблюдения правил в области метрологической терминологии, применения единиц физических величин, обработки результатов измерений;

- оценка соблюдения требований обеспечения единства точности и достоверности измерений, охватывающих стадии подготовки, проведения, обработки и представления результатов измерений;

- установление соответствия содержания объектов метрологической экспериментальной документации требованиям метрологических правил и норм, руководящей и нормативной документации по метрологическому обеспечению;

- оценка соответствия оформления требованиям ГОСТ ЕСКД.

Разработчики НТД не всегда обладают глубокими знаниями в области метрологического обеспечения и поэтому зачастую допускают явные и скрытые ошибки. Их необходимо вовремя обнаружить и устранить.

При проведении метрологической экспертизы конструкторской и технологической документации решаются следующие задачи [6]:

- 1) наличие параметров, допускаемых отклонений и других требований, необходимых и достаточных для контроля качества производства;
- 2) правильность выбора норм точности, методов, СИ и средств обработки результатов наблюдений;
- 3) соответствие разрабатываемой документации требованиям метрологических стандартов.

Экспертное заключение утверждает главный метролог организации. Во всех ведущих вузах страны имеются метрологические службы и есть надежда, что и у нас она возродится.

Учет технической документации, прошедшей метрологическую экспертизу, целесообразно вести в специальном журнале.

Ответственность за качество документации возлагают на разработчика, который принимает решение по замечаниям эксперта. В случаях существенных разногласий между экспертом и разработчиком окончательное решение принимает главный метролог совместно с управлением по науке.

Эксперт несет ответственность только за правильность сделанных замечаний и предложений. Экспертам-метрологам целесообразно систематически обобщать результаты метрологической экспертизы, выявляя характерные ошибки и недостатки в технической документации и намечая меры по их предотвращению. Среди таких мер могут быть предложения, касающиеся обучения разработчиков основам метрологического обеспечения. Могут быть предложены меры и по совершенствованию самой процедуры метрологической экспертизы.

Целесообразно также оценивать экономический эффект от проведения метрологической экспертизы.

Имеются типичные формы организации метрологической экспертизы. МЭ может быть проведена:

- силами экспертов-метрологов метрологической службы организации (эта форма организации метрологической экспертизы предпочтительна при сравнительно небольших объемах разрабатываемой технической документации);
- силами специально подготовленных экспертов из числа разработчиков документации (эта форма предпочтительна при больших объемах разрабатываемой технической документации);
- силами группы или отдельных специалистов сторонних метрологических служб.

МЭ на стадии разработки изделия подвергаются отчеты НИР, конструкторская и технологическая документация по ведомостям документов эскизных, технических или рабочих проектов.

При проведении МЭ программы и методики испытаний изделия дополнительно к перечисленному оценивается оптимальность перечня измеряемых параметров при проведении исследований и испытаний изделия, проводится анализ основных метрологических характеристик СИ, комплектующих измерительных каналов испытательного оборудования, проводится проверка данных о значениях погрешности измерительных каналов с учетом влияющих факторов и рассматривается требование по подготовке измерительных кана-

лов к проведению испытаний, монтажу первичных преобразователей, регулировкам и настройкам измерительных каналов.

МЭ эксплуатационных и ремонтных документов проводится по тем разделам, где устанавливаются нормы точности измерений, содержатся описания операций контроля, указаны методы измерений и СИ, а также условия измерений. Экспертная работа трудно поддается автоматизации. Известные «экспертные системы» содержат лишь компьютерную поддержку в виде алгоритмических инструкций и предусматривают работу в интерактивном режиме, требующую от эксперта достаточно высокой квалификации. Заменить труд экспертов работой программы – большая задача будущего. Исследование опубликованной научной литературы в области автоматизации метрологической экспертизы позволило выявить свободную нишу для работы молодых специалистов – разработку Программного обеспечения (ПО) для проведения метрологической экспертизы технической документации.

В настоящее время МЭ внедрена во все отрасли народного хозяйства, в том числе в космическую и военную. Статистика показывает, что каждый рубль затрат на метрологическую экспертизу технической документации приносит от 4-х до 250-ти рублей экономии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об обеспечении единства измерений».
2. Межгосударственная рекомендация РМГ 63-2003 «Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическая экспертиза документации», введенная в действие в Российской Федерации с 1 января 2005 г.
3. Руководящий документ Росстандарта РД 95 762-91. Метрологическая экспертиза документации.
4. ГОСТ 8.417-2002. Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.
5. Межгосударственная рекомендация РМГ 29-2013 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения.
6. МИ 1317-2004. Рекомендация. Государственная система обеспечения единства измерений. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления.
7. ГОСТ Р 8.736-2011. Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения.



СОДЕРЖАНИЕ

Науки о Земле

<i>Босиков И. И., Дзеранов Б. В., Гаврина О. А.</i> Оценка пространственной неоднородности энергоносителей объектов нефтегазовых месторождений	3
--	---

Электроэнергетика и электротехника

<i>Клюев Р. В., Босиков И. И., Гаврина О. А., Лысоконь Э. С.</i> Повышение эффективности использования электроэнергии на горно-добывающем предприятии.....	13
<i>Клюев Р. В., Гаврина О. А., Лысоконь Э. С., Гаврина Ю. В., Каджаев О. В.</i> Оценка качества электроэнергии на предприятии цветной металлургии на надежность работы электрооборудования	19
<i>Петров Ю. С., Масков С. П., Димитренко М. А.</i> Применение оперативного тока высокой частоты для определения срабатывания электродетонаторов	25
<i>Петров Ю. С., Масков Ю. П., Тебиев А. К.</i> Изменение параметров электродетонаторов при изменении температуры внешней среды.....	30
<i>Рогачёв Л. В., Саханский Ю. В.</i> Анализ и классификация особенностей выбора и применения проводников в системе электрического взрывания	34

Информационные технологии

<i>Саханский Ю. В., Гульчеева Д. А.</i> Единое информационное пространство как современная технология.....	40
<i>Саханский Ю. В., Фидарова В. О.</i> Интеллектуальные системы в образовании	44
<i>Степанов А. Л.</i> Построение математической модели взаимодействия линейно-протяженных источников и сред с эллиптической формой сечения. Часть 1	48

Промышленная электроника и электронные приборы

<i>Гончаров И. Н., Жуков А. В.</i> Повышение уровня коэффициента преобразования у многокамерных электронно-оптических преобразователей.	62
<i>Гончаров И. Н., Милостивый А. Р., Тебиева С. А., Фетисенко К. И., Меркушев Д. В.</i> Преобразователь напряжения для электролюминесцентных панелей.....	67
<i>Дмитрак Ю. В., Хмара В. В., Кабышев А. М., Маслаков М. П., Лобоцкий Ю. Г.</i> Автоматический контейнерный пневмотранспорт	73
<i>Кодзасова Т. Л., Леонтьева О. Ю., Кодзасов В. А., Дзестелов Г. Р.</i> Оптические характеристики пористого оксида алюминия	85
<i>Салказанов А. Т., Датиев М. К., Датиев К. М.</i> Математическое моделирование энергетических характеристик солнечных элементов	88

<i>Хасцаев Б. Д., Кабышев А. М., Дедегкаева Л. М.</i> Разработка импедансных микропроцессорных анализаторов качества алкогольных напитков	93
---	----

Автомобильные дороги и транспортные процессы

<i>Хадиков М. К.</i> Классификация транспортных средств по мобильности их структурных составляющих.....	99
<i>Цориев С. О.</i> Вопросы обеспечения безопасности при перевозке детей в горной местности	104
<i>Цориев С. О.</i> Как повысить уровень безопасности участников дорожного движения	108
<i>Цориев С. О.</i> Оптимизация дорожного движения на некоторых участках улиц г. Владикавказа	112

Разное

<i>Герасименко Т. Е., Герасименко Я. П.</i> Проведение патентных исследований при выполнении выпускной квалификационной работы студентами технических специальностей	117
<i>Закаева Б. К., Олисаева О. В., Цакоева А. А.</i> Русский язык как иностранный в системе российского высшего образования.....	127
<i>Закаева Б. К., Братчик А. Б., Олисаева О. В.</i> Проблема сохранения языков и культур малых народов	132
<i>Закаева Б. К., Братчик А. Б., Цакоева А. А.</i> Современные технологии в образовании	137
<i>Золоева З. Т.</i> Духовная культура и проблемы национальной безопасности в России	145
<i>Койбаев Б. Г., Золоева З. Т.</i> Правовые нормы как фактор устойчивого развития горных территорий	149
<i>Рогачев Л. В., Саханский Ю. В.</i> Метрологическая экспертиза научной документации	154

Научное издание

Труды
Северо-Кавказского
горно-металлургического института
(государственного технологического университета)

Выпуск двадцать пятый

Редактор:
Хадарцева Ф. С.

Компьютерная верстка:
Куликова М. П.

Подписано в печать 20.12.2018. Формат бумаги 70x108¹/₁₆. Бумага "Снегурочка".
Гарнитура «Таймс». Печать на ризографе. Усл. п.л. 14,17. Уч.-изд. л. 9,05. Тираж 100 экз. Заказ № 10
Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет). Изд-во «Терек».
Отпечатано в отделе оперативной полиграфии СКГМИ (ГТУ).
362021. Владикавказ, ул. Николаева, 44.