

Научный журнал

ВЕСТНИК

Сибирского
государственного
индустриального
университета

№ 3 (17), 2016

Основан в 2012 году
Выходит 4 раза в год

Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский государственный индустриальный университет»

Редакционная коллегия

М.В. Темлянец
(главный редактор)
С.В. Коновалов
(отв. секретарь)
П.П. Баранов
Е.П. Волынкина
Т.П. Воскресенская
Г.В. Галевский
В.Ф. Горюшкин
В.Е. Громов
Л.Т. Дворников
С.М. Кулаков
Л.Ф. Михальцова
С.И. Павленко
Т.В. Петрова
Л.Б. Подгорных
Е.В. Протопопов
А.К. Соловьев
А.В. Феоктистов
В.Н. Фрянов
В.П. Цымбал

СОДЕРЖАНИЕ

МЕТАЛЛУРГИЯ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Темлянец М.В., Уманский А.А., Целлермаер В.Я. Анализ перспективных технологических решений по организации термического упрочнения фасонных профилей на современных сортовых прокатных станах.....4

ГОРНОЕ ДЕЛО И ГЕОТЕХНОЛОГИИ

Домрачев А.Н., Риб С.В. Сравнительная оценка аналитического расчета и результатов имитационного моделирования нагрузки на длинный комплексно-механизированный очистной забой.....8

Риб С.В. Анализ геомеханических параметров взаимовлияющих подземных выработок и целиков при отработке угольных пластов сложного строения.....11

Исаченко А.А., Петрова О.А. Анализ влияния изменчивости горно-геологических и горнотехнических параметров на форму и размеры блоков, панелей и выемочных столбов в пределах шахтных полей.....15

МАШИНОСТРОЕНИЕ И ТРАНСПОРТ

Шугаев О.В., Воскресенская Т.П. Обоснование выбора и аргументация водородного топливного элемента для автомобиля.....19

Гудимова Л.Н. Обоснование необходимых и достаточных условий полной идентификации кинематических цепей.....22

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

Осипов Ю.К. Архитектура – результат органичного сочетания различных дисциплин и ситуаций, ставших в настоящем более неполными и непостоянными, нежели в прошлом.....26

Назаренко И.К. Морфология и эвристика гаражей для личных легковых автомобилей в суровых природно-климатических условиях.....31

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Мышляев Л.П., Лысенко О.Н., Грачев В.В., Лысенко Н.Л., Шипунов М.В., Прокофьев С.В. Модернизация систем автоматизации управления (на основе последних достижений в разработке подобных систем).....43

Мышляев Л.П., Евтушенко В.Ф., Бурков В.Н., Ивушкин К.А., Макаров Г.В. Развитие систем управления с прогнозирующими физическими моделями.....47

ЭКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Фомин А.И., Поздняков А.Н., Лежава С.А., Семина И.С. Проблемы государственного регулирования в вопросах экономического стимулирования работодателей по улучшению условий и охраны труда.....56

Фомин А.И., Поздняков А.Н., Лежава С.А., Семина И.С. Формирование механизма материального стимулирования работников к безопасному и безвредному труду.....65

ОБРАЗОВАНИЕ И ПЕДАГОГИКА

Бобко Т.В., Петрова Т.В. Анализ факторов, влияющих на достижение пороговых показателей мониторинга эффективности отраслевых вузов.....72

Баклушина И.В. О формах проведения входного контроля...78

ОТКЛИКИ, РЕЦЕНЗИИ, БИОГРАФИИ

Памяти Эдуарда Викторовича Козлова.....84

Рефераты.....85

К сведению авторов.....92

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации:
ПИ № ФС77-52991 от 01.03.2013 г.

Адрес редакции:

654007, Кемеровская обл., г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42, Сибирский государственный индустриальный университет
каб. 433 М
тел. 8-3843-74-86-28
[http: www.sibsiu.ru](http://www.sibsiu.ru)
e-mail: vestnicsibgiu@sibsiu.ru

Адрес издателя:

654007, Кемеровская обл., г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42, Сибирский государственный индустриальный университет
каб. 336 Г
тел. 8-3843-46-35-02
e-mail: rector@sibsiu.ru

Адрес типографии:

654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42, Сибирский государственный индустриальный университет
каб. 280Г
тел. 8-3843-46-44-02

Подписные индексы:

Объединенный каталог «Пресса России» – 41270

Подписано в печать

23.09.2016 г.

Выход в свет

30.09.2016 г.

Формат бумаги 60×88 1/8.

Бумага писчая.

Печать офсетная.

Усл.печ.л. 5,6.

Уч.-изд.л. 6,1.

Тираж 300 экз.

Заказ № 611.

Цена свободная.

М.В. Темлянец, А.А. Уманский, В.Я. Целлермаер

Сибирский государственный индустриальный университет

**АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО
ОРГАНИЗАЦИИ ТЕРМИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ ФАСОННЫХ ПРОФИЛЕЙ НА
СОВРЕМЕННЫХ СОРТОВЫХ ПРОКАТНЫХ СТАНАХ**

В настоящее время наибольшее распространение на сортовых прокатных станах получили методы высокотемпературной термической обработки путем закалки металла непосредственно после горячей деформации без дополнительного нагрева [1 – 8]. Закалка проводится за счет ускоренного охлаждения раската при интенсивной подаче охлаждающего реагента на поверхность проката [9]. Отсутствие дополнительной операции по нагреву металла перед проведением термоупрочнения позволяет достичь экономии топлива, обеспечить высокую производительность прокатного стана [3].

В последнее время технологии принудительного охлаждения с температуры конца прокатки начинают применяться при производстве фасонных профилей, что обеспечивает повышение прочностных свойств при использовании экономнолегированных марок сталей. Существующие в настоящее время способы ускоренного охлаждения проката различаются по виду охлаждающей среды, методам организации ее подачи на охлаждаемую поверхность проката и отвода отработанного охладителя. Известны такие способы, как спрейерное (струйное) охлаждение, охлаждение водовоздушной смесью, охлаждение в сплошном потоке воды в устройствах камерного типа (камерное охлаждение) [2].

Сущность спрейерного, или струйного охлаждения, заключается в подаче струй охлаждающей воды на поверхность профиля. Удаление отработанной воды с охлаждаемой поверхности осуществляется, как правило, самотеком. Устройства, реализующие этот способ охлаждения, представляют собой проходные спрейеры или струйные камеры, оборудованные механизмами для транспортирования металла. При спрейерном охлаждении сравнительно легко осуществить дифференцированное охлаждение проката по элементам профиля. Спрейерный, или струйный способ охлаждения позволяет создать компактные уста-

новки, в которых обеспечивается интенсивное регулируемое охлаждение проката. Интенсивность спрейерного охлаждения определяется плотностью орошения, скоростью выхода воды из сопла, расстоянием между соплом и охлаждаемой поверхностью, углом наклона струй относительно поверхности проката. Скорость спрейерного охлаждения может достигать 100 °С/с, а коэффициент теплоотдачи имеет порядок от 1,3 до 100 кВт/(м²·К). Пример струевого охлаждающего устройства для неравнополочного уголка конструкции УкрНИИМет (Украина) представлен на рис. 1.

Наряду с достоинствами способ спрейерного охлаждения и реализующие его устройства обладают рядом недостатков, снижающих эффективность их применения. К ним относятся: необходимость строгой фиксации охлаждаемого профиля относительно струй воды; невозможность обеспечения сплошного охлаждения всей поверхности, поскольку интенсивному охлаждению подвергаются только участки поверхности в местах попадания

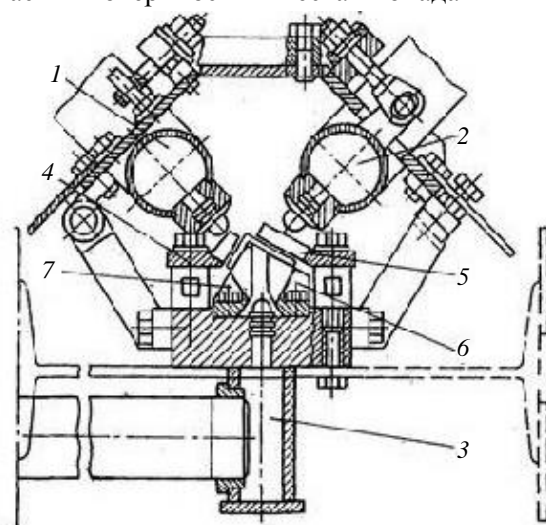


Рис. 1. Схема струевого устройства для охлаждения неравнополочного уголка конструкции УкрНИИМет (Украина):

1 – 3 – коллекторы; 4 – 7 – направляющие

струй воды; низкий коэффициент использования воды, обусловленный кратковременностью ее контакта с поверхностью охлаждаемого профиля; необходимость очистки воды для избежания засорения отверстий спрейеров; необходимость применения транспортирующих механизмов [5].

Метод ускоренного охлаждения проката за счет подачи водовоздушной смеси является достаточно эффективным. Введение жидкости в поток воздуха позволяет получать мелкодисперсную струю водяного тумана. При соприкосновении с нагретой поверхностью мелкие капли воды интенсивно испаряются и эффективно отбирают тепло. Поток воздуха удаляет образовавшийся пар, что препятствует образованию паровой пленки. Подача водовоздушной смеси на поверхность охлаждаемого проката может осуществляться перпендикулярно, под углом или параллельно к ней в открытом пространстве или в закрытых камерах. Отличительной чертой водовоздушного охлаждения является возможность регулирования в широких пределах интенсивности охлаждения изменением соотношения расходов воды и воздуха в смеси. Водовоздушные смеси характеризуются значительно более равномерным охлаждением металла по сечению струи в сравнении с водяными струями [5].

При охлаждении фасонных профилей коллекторы охлаждающих устройств выполняются в форме, соответствующей конфигурации охлаждаемого проката. В качестве примера на рис. 2 представлено устройство для ускоренного охлаждения водовоздушной смесью полосульбового профиля.

Камерный способ охлаждения в сплошном потоке воды наиболее часто используется для термического упрочнения крупных сортовых

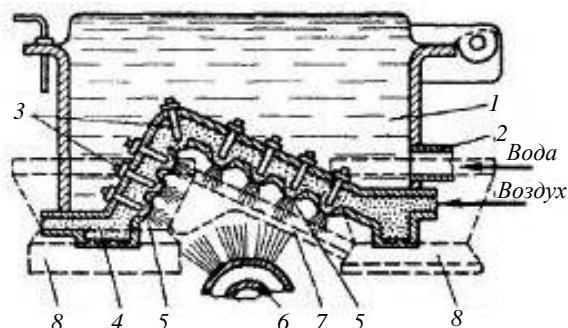


Рис. 2. Схема устройства для охлаждения полосульбового профиля водовоздушной смесью:

- 1 – накопительный бак; 2 – труба подвода воды;
3 – патрубки; 4 – верхний коллектор; 5 – сопла;
6 – нижний коллектор; 7 – прокат; 8 – ролики

профилей и длинномерных изделий на высокоскоростных непрерывных станах.

При использовании камерного способа охлаждения участок ускоренного охлаждения, как правило, состоит из отделения водоподготовки, устройств пред- и последеформационного охлаждения проката в линии прокатного стана. К камерам охлаждения вода подается по отдельному трубопроводу. Давление воды в охлаждающих устройствах регулируется задвижками и, как правило, в среднем достигает 10 – 20 атмосфер в зависимости от конструкции охлаждающих устройств [9].

Важным фактором, определяющим интенсивность охлаждения, является выбор направления движения потока относительно раската (прямоток или противоток). Наибольшее распространение на практике получили прямоточные устройства проходного типа для охлаждения проката водой в процессе его движения [2]. Преимуществом прямоточных камер, особенно при охлаждении длинномерного проката перед холодильником, является наличие гидротранспортирования проката, что создает благоприятные условия для беспрепятственного прохождения раскатом зоны охлаждения и стабильной его транспортировки по технологической линии.

Анализируя опыт внедрения технологий термического упрочнения проката на сортовых станах в отечественной металлургии, можно констатировать, что указанные технологии применяются, в основном, для арматурных профилей. В частности, производство термоупрочненной арматуры успешно освоено на Западно-Сибирском металлургическом комбинате (АО «ЕВРАЗ ЗСМК») [10 – 13], Магнитогорском металлургическом комбинате [14], Череповецком металлургическом комбинате (ОАО «Северсталь») [15].

Опыт массового производства фасонного термоупрочненного проката имеется только на непрерывном среднесортном стане 450 АО «ЕВРАЗ ЗСМК». На этом прокатном стане освоено производство термически упрочненных фасонных профилей из низколегированных сталей, в частности угольковых профилей, двутавровых балок, швеллеров, специального взаимозаменяемого профиля.

Особенностью используемой на стане 450 АО «ЕВРАЗ ЗСМК» технологии упрочнения является наличие первоначального ускоренного охлаждения наиболее массивных элементов фасонных профилей (рис. 3, а), после проведения которого принудительному охлаждению подвергаются профили целиком (рис. 3, б). Имеющиеся данные [16, 17] свидетельствуют,

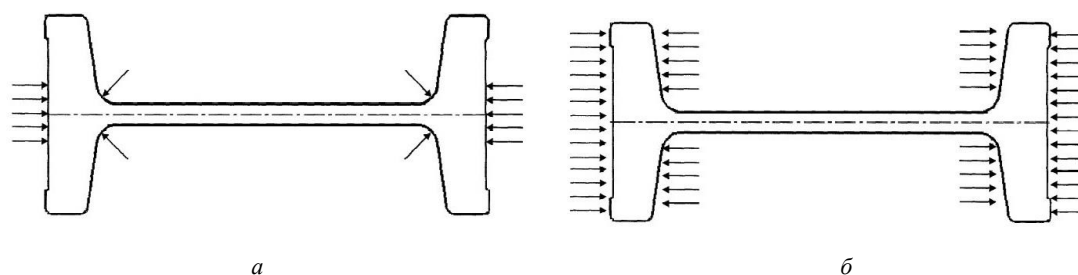


Рис. 3. Схема ускоренного охлаждения двутавра ДП155:
 а – предварительное охлаждение; б – охлаждение всего профиля

что механические свойства фасонных профилей из стали 09Г2С соответствуют требованиям ГОСТ 19281 – 2014 по всем показателям для классов прочности 295 и 325.

В странах СНГ технологии термического упрочнения проката на сортовых станах также применяются, в основном, для арматурных профилей. В частности, производство термоупрочненной арматуры осуществляется на комбинате «Криворожсталь» (Украина) [18], Белорусском металлургическом заводе [19].

Касательно фасонного проката имеется опыт использования технологий термоправки, основной целью которой является предупреждение искривления профиля, а не повышение механических свойств металла [20]. В частности, имеется опыт внедрения установок термоупрочнения-термоправки производства Энергосталь-УкрНИИМет (Украина, г. Харьков) на Макеевском металлургическом комбинате, Енакиевском металлургическом заводе [20].

Анализ конструктивных решений по устройству и размещению установок термического упрочнения фасонного проката на сортовых станах показал, что наиболее эффективным вариантом является построение схемы таких установок по блочному принципу. В этом случае на подвижной раме каждого блока в защитный кожух с крышками последовательно устанавливаются несколько секций охлаждения. На этих же рамах параллельно секциям охлаждения монтируется рольганг с межроликовыми проводками. Подвижные рамы имеют возможность перемещения перпендикулярно оси прокатки по неподвижным основаниям. Таким образом, возможно перемещение в линию прокатки рольганга взамен секций установки термоупрочнения и обратное перемещение.

Такой принцип компоновки позволяет обеспечить универсальность установки – обеспечение возможности проведения закалки для широкого сортамента профилируемых проката (уголки равнополочные и неравнополочные, швеллеры, двутавровые балки) и возможности варьирования режимов термоупрочнения.

Кроме этого, возможность ввода в линию прокатки необходимого по технологии количества секций охлаждения обеспечивает предотвращение износа центрирующих элементов незадействованных секций охлаждения. Также обеспечивается возможность проведения подготовительных работ по настройке установки термоупрочнения параллельно с прокаткой по обычной технологии, то есть без остановки прокатного стана.

В качестве примера подобного решения можно привести спроектированную ОАО «ВНИИМТ» для условий среднесортного стана 350 АО «Северсталь» установку термоупрочнения фасонного проката [21].

Согласно проекту, вышеупомянутое устройство термоупрочнения фасонного проката стана 350 АО «Северсталь» устанавливается на месте кожухов отводящего рольганга уже имеющегося устройства термоупрочнения арматуры, существующие защитные кожуха демонтируются. Секции охлаждения установки выполняются в двух вариантах – для углового проката и швеллера.

Выводы. Наиболее эффективной технологией термического упрочнения фасонных профилей на сортовых станах является метод ускоренного охлаждения в закрытых камерах с использованием прямоточных устройств проходного типа. С точки зрения обеспечения компактности расположения установок для термоупрочнения на сортовых станах, а также достижения их универсальности наиболее целесообразным вариантом является построение схемы таких установок по блочному принципу.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Смирнов М.А., Частильцев В.М., Журавлев Л.Г. Основы термической обработки стали.– М.: Наука и технологии, 2002. – 519 с.
2. Бровкин В.Л., Анурова Т.В., Радченко Ю.Н., Коваленко В.В. Анализ существующих технологий ускоренного охлаждения сортового проката и его

- влияние на структуру и механические свойства металла // *Металлургическая теплотехника*. 2010. Вып. № 2 (17). С. 14 – 22.
3. Б а б и ч В.К. Термическое и термомеханическое упрочнение сортового проката // *Черная металлургия*. Бюл. НТИ. 1987. № 15. С. 34 – 43.
 4. К о в а л е н к о В.В., Б р о в к и н В.Л., Р а д ч е н к о Ю.Н. Исследование структуры и свойств горячекатаного металла после термомеханической обработки // *Теория и практика металлургии*. 2007. № 1. С. 39 – 42.
 5. М и н а е в А.А. Совмещенные металлургические процессы: Монография. – Донецк: Технопарк ДонГТУ УНИТЕХ, 2008. – 552 с.
 6. П о л е в о й Е.В., Т е м л я н ц е в М.В., Ю н у с о в А.М., А т к о н о в а О.П. Опыт воздушоструйной термической обработки головки железнодорожных рельсов стали марки Э76Ф с использованием тепла прокатного нагрева // *Вестник Сибирского государственного индустриального университета*. 2015. № 1 (11). С. 5 – 10.
 7. В о л к о в К.В., П о л е в о й Е.В., Т е м л я н ц е в М.В., А т к о н о в а О.П., Ю н у с о в А.М., С ю с ю к и н А.Ю. Моделирование воздушоструйной закалки с печного нагрева железнодорожных рельсов // *Вестник Сибирского государственного индустриального университета*. 2014. № 3 (9). С. 17 – 23.
 8. К а д ы к о в В.Н., У м а н с к и й А.А., М а р т ь я н о в Ю.А. Исследование формоизменения поверхностных дефектов при прокатке в сортовых калибрах // *Изв. вуз. Черная металлургия*. 2013. № 6. С. 8 – 12.
 9. Е в с е е в С.Л., Г у л о в П.В., П о п о в А.С., П а р ш и н А.А. Совершенствование технологии ускоренного охлаждения проката // *Сталь*. 2009. № 12. С. 39 – 41.
 10. А й з а т у л о в Р.С., Ч е р н е н к о В.Т., М а д а т ь я н С.А., П и р о г о в В.А., Ф р и д м е н о в Б.Н., Д е м ч е н к о Е.М. Освоение массового производства экономичной арматурной стали повышенной надежности класса А400С для железобетона // *Сталь*. 1998. № 6. С. 53 – 58.
 11. Ч и н о к а л о в В.Я., Ю р ь е в А.Б., Е ф и м о в О.Ю. Оптимальные режимы упрочнения арматуры класса А500С после прокатки с повышенной скоростью // *Сталь*. 2003. № 1. С. 94 – 96.
 12. Ю р ь е в А.Б., Ч и н о к а л о в В.Я., Г р о м о в В.Е., П о л т о р а ц к и й Л.М., С а р ы ч е в В.Д. Прерывистое охлаждение в потоке стана 450 стальной арматуры большого диаметра – В кн.: Тр. 4-го конгресса прокатчиков. Т. 1. – М.: изд. МИСиС, 2002. С. 301 – 304.
 13. Ю р ь е в А.Б., Н е д о р е з о в В.А., Ч и н о к а л о в В.Я., К л е п и к о в А.Г., М ы с к о в а Н.В. Оптимизация технологии упрочнения стержневой арматуры диаметром 32-40 мм класса А500С // *Сталь*. 2002. № 2. С. 68, 69.
 14. Т а х а у т д и н о в Р.С. Производство термомеханически упрочненной арматуры на мелкосортном стане 250-1 Магнитогорского металлургического комбината // *Черная металлургия*. Бюл. НТИ. 2003. № 12. С. 47, 48.
 15. К и р к и н Д.С. Исследование и совершенствование процесса ускоренного охлаждения проката в линии сортовых станов: дис. канд. техн. наук. – Череповец, 2007. – 184 с.
 16. Пат. 2457257 РФ, МПК С 21 D 1/02 В 21 В 45/02. Способ изготовления прокатных изделий углового профиля / Юрьев А.Б., Чинокалов В.Я., Зезиков М.В. и др. заявл. 17.06.2011; опубл. 27.02.2012. Бюл. № 21. С. 6.
 17. Пат. 2495826 РФ, МПК С 21 D 8/00 С 21 D 1/02. Способ изготовления двутавра для монорельсовых шахтных дорог / Юрьев А.Б., Ефимов О.Ю., Чинокалов В.Я. и др. заявл. 08.04.2010; опубл. 10.08.2011. Бюл. № 22. С. 6.
 18. Г у б и н с к и й В. И. Теплотехническое совершенствование процесса термоупрочнения арматурного проката на ОАО «КГМК «Криворожсталь» // *Теория и практика металлургии*. 2004. № 3-4. С. 139 – 141.
 19. Щ е р б а к о в В.И., К у р б а т о в Г.А., Т и щ е н к о В.А. Разработка режимов термоупрочнения арматурной стали № 25-36 в условиях стана 320 БМЗ // *Литье и металлургия*. 2002. № 2. С. 27 – 29.
 20. С ы ч к о в А.Б., М а л а ш к и н С.О. Оборудование и технология для термоправки – термомеханического упрочнения фасонного профиля // *Теория и технология металлургического производства*. 2014. № 2 (15). С. 96 – 100.
 21. Референция центра новых систем охлаждения и технологий термоупрочнения металлов. – Екатеринбург: изд. ВНИИМТ, 2010. – 2 с.

© 2016 г. М.В. Темлянцев, А.А. Уманский
В.Я. Целлермаер

Поступила 21 сентября 2016 г.

А.Н. Домрачев, С.В. Риб

Сибирский государственный индустриальный университет

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА АНАЛИТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА И РЕЗУЛЬТАТОВ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НАГРУЗКИ НА ДЛИННЫЙ КОМПЛЕКСНО-МЕХАНИЗИРОВАННЫЙ ОЧИСТНОЙ ЗАБОЙ

Изучение закономерностей, характеризующих параметры работы длинных комплексно-механизированных очистных забоев, позволяет при планировании развития горных работ прогнозировать возникновение разрывов в очистном фронте [1].

В основе реализации модели длинного комплексно-механизированного забоя (КМЗ) лежит имитационное моделирование скорости подачи очистного комбайна, которая, согласно закону больших чисел, может рассматриваться как случайная величина, распределенная по нормальному закону. Формализация отказов работы комбайна, забойного конвейера, перегружателя и ленточного конвейера (конвейеров) участковой конвейерной линии выполнена путем моделирования длительности безаварийной работы и проведения ремонтных работ как случайных величин с экспоненциальным распределением (при генерировании случайной величины экспоненциальное распределение рассматривается как частный случай гамма-распределения).

Укрупненная структурная схема модели функционирования длинного КМЗ приведена на рисунке. Модель реализована на языке C++, для ее компиляции использована среда g++ (ОС SuseLinux). Генераторы равномерного, нормального и гамма-распределений реализованы в соответствии с рекомендациями, изложенными в работах [2 – 4], стандартные линейные конгруэнтные генераторы случайных чисел среды C++ не использовали.

В качестве исходных данных приняты параметры комплексно-механизированной отработки пологого пласта мощностью 1,6 м с сопротивлением угля резанию 220 Н/мм и плотностью угля 1,35 т/м³.

Длина очистного забоя составляет 240 м, ширина захвата выемочной машины принята равной 0,8 м. Традиционный расчет выполнен согласно комплексной методике, основанной на рекомендациях работ [5 – 7]. Скорость подачи определяли двумя методами: по возмож-

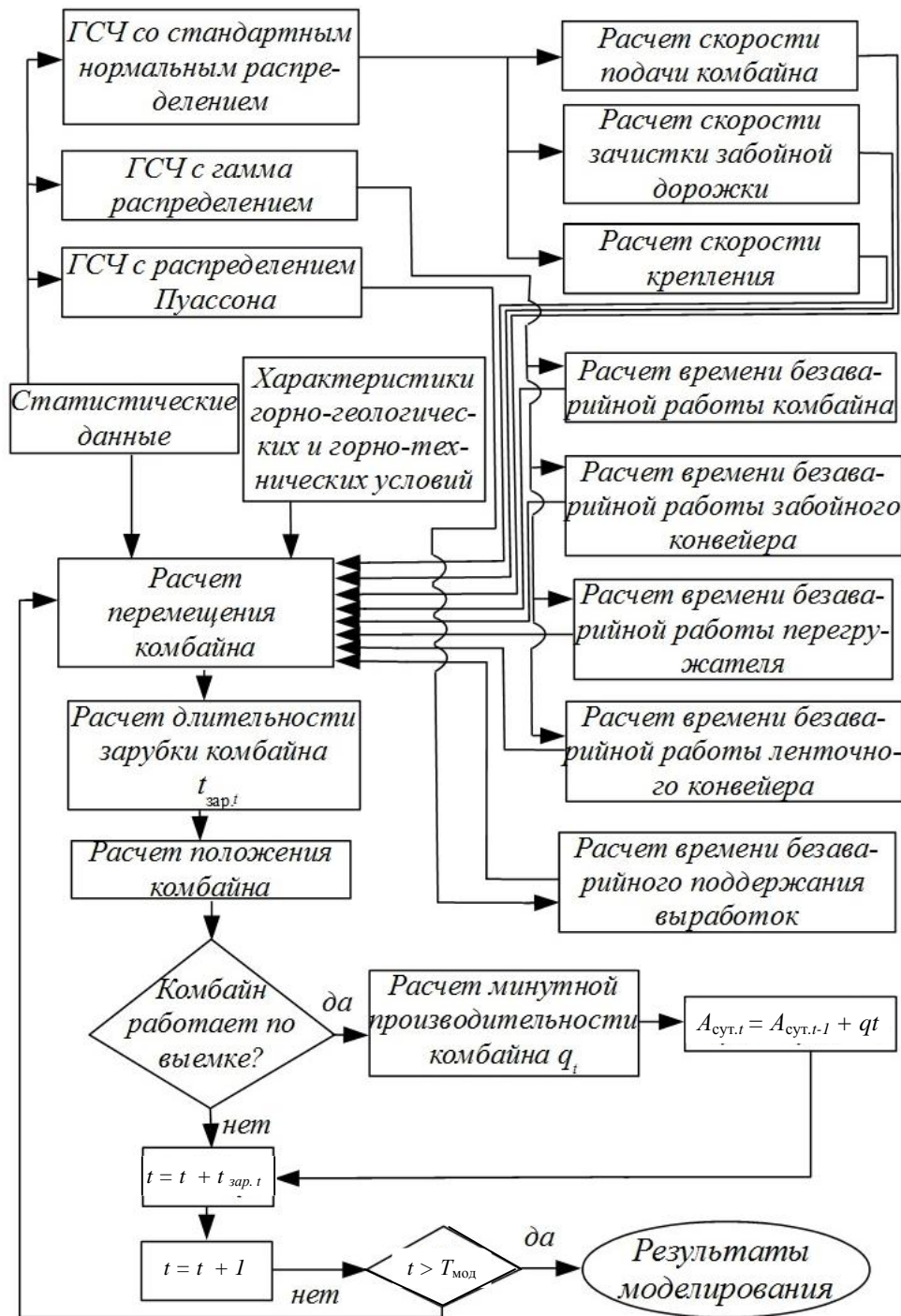
ностям режущей части комбайна и по удельной энергоемкости разрушения угля. Скорость подачи составила 8,36 и 4,88 м/мин соответственно. Окончательно был принят меньший из промежуточных результатов. Скорость крепления при использовании отечественной механизированной крепи в соответствии с работой [8] составила 3,64 м/мин. При выполнении расчета учитывали коэффициент отжима угля, который был определен аналитически и составил 0,75. Согласно расчету при стандартной организации работ (три добычных смены по 360 мин) и значении коэффициента машинного времени 0,26 при выполнении пяти циклов в смену нагрузка на очистной забой составила 2342 т/сут.

Для сравнения с показателями аналитического расчета результаты имитационного моделирования занесены в таблицу.

Таким образом, сравнение результатов позволяет сделать следующие заключения.

1. Повышенный коэффициент машинного времени при моделировании объясняется тем, что для значений скорости подачи, стремящихся к нулю, не происходит фиксации простоя и соответствующей корректировки коэффициента машинного времени. Таким образом установлено, что для приближения алгоритма оценки коэффициента машинного времени в модели к принятой в традиционной методике необходима разработка дополнительной процедуры.

2. Определенную сложность представляет учет специфики эксплуатации конкретных горных машин, так как не существует общепринятых алгоритмов определения среднего значения и дисперсии скорости подачи по типам комбайнов, времени передвижки секции по типам механизированных крепей и т.д. Разработка таких алгоритмов может рассматриваться как часть процедуры адаптации совместной аналитико-модельной методики определения нагрузки на длинный КМЗ.



Укрупненная структурная схема модели функционирования длинного КМЗ

3. Отдельным фактором, требующим учета при моделировании технико-экономических показателей очистного забоя, является выполнение условия неразрывности фронта очистных работ. Так как скорость проведения выработок является случайной величиной, необходима разработка дополнительного модуля моделирования динамики объема запасов, готовых к выемке, и корректировка нагрузки на очистной забой для исключения разрыва фронта очистных работ.

4. Для повышения адекватности модели необходимо ввести модули, учитывающие влияние на минутную добычу газовыделения в очистной забой (с учетом его неравномерности), а также скорость воспроизводства запасов, готовых к выемке (по условию неразрывности фронта очистных работ с учетом реализации схем шахта – лава и шахта – пласт).

Выводы. В целом результаты моделирования нагрузки на очистной забой достаточно близки к результатам аналитического расчета,

Результаты аналитического расчета и имитационного моделирования

Показатель	Значение показателя	
	аналитический расчет	имитационное моделирование
Среднесуточная нагрузка на очистной забой, т/сут	2129	2342
Среднее число циклов, шт	4,10	5,00
Коэффициент машинного времени	0,47	0,26

что указывает на возможность использования традиционной методики для расчета технико-экономических показателей работы очистных забоев, оснащенных отечественным горношахтным оборудованием. Определенный интерес представляет использование этой модели в учебном процессе при проведении занятий по дисциплинам «Технология отработки пологих пластов» направления 130400 «Горное дело» и «Моделирование технологических процессов горного производства» направления 210601 «Геология, разведка и разработка полезных ископаемых».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Домрачев А.Н., Риб С.В. К вопросу об оценке неравномерности работы длинных комплексно-механизированных забоев. – В кн.: Нетрадиционные и интенсивные технологии разработки месторождений полезных ископаемых. Сб. науч. статей / Под общ. ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2007. С. 28 – 31.
2. Федоткина М.А. Модели в теории вероятностей. – М.: Физматлит, 2012. – 608 с.
3. Труб И.И. Объектно-ориентированное моделирование на C++: учебный курс. – СПб.: Питер, 2006. – 411 с.
4. Press Numerical Recipes in C++ / Н. William, Teukolsky Saul A., Vetterling William T., Flannery Brian P. – Cambridge University Press, 2002. – 976 p.
5. Нормативы нагрузки на очистные забои и скорости проведения подготовительных работ на шахтах. – Донецк: изд. ДонУГИ, 2007. – 41 с.
6. Пучков Л.А., Жежелевский Ю.А. Подземная разработка месторождений полезных ископаемых. – М.: изд. МГУ, 2009. – 562 с.
7. Подземная разработка пластовых месторождений: учебное пособие для вузов / В.В. Першин, М.Д. Войтов, Г.К. Клюкин, В.И. Сарычев. – Кемерово: изд. КузГТУ, 2014. – 360 с.
8. Александров Б.А., Журавлев Р.П., Антонов Ю.А., Буялич Г.Д. Особенности взаимодействия с кровлей механизированных крепей третьего поколения // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2003. № 5. С. 43 – 47.

© 2016 г. А.Н. Домрачев, С.В. Риб
Поступила 19 августа 2016 г.

С.В. Руб

Сибирский государственный индустриальный университет

АНАЛИЗ ГЕОМЕХАНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВЗАИМОВЛИЯЮЩИХ ПОДЗЕМНЫХ ВЫРАБОТОК И ЦЕЛИКОВ ПРИ ОТРАБОТКЕ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ СЛОЖНОГО СТРОЕНИЯ

Массив горных пород является весьма сложной средой, в которой при ведении горных работ одновременно происходят процессы деформирования различного характера: допредельное (упругое и упруго-пластическое) и запредельное. Проведение горных выработок в массиве горных пород нарушает естественное равновесие, тем самым формирует в нем область опорного горного давления, состоящую из двух зон [1]. В предельно-напряженной зоне, непосредственно примыкающей к выработке, породы находятся в пластическом состоянии, а во второй зоне породы деформируются упруго. При этом границу раздела пластической и упругой зон, а также зависимость напряжений в этих зонах от параметров горной выработки можно установить лишь приближенно. Необходимо отметить, что прочность окружающих горных пород, как правило, существенно выше прочности угля в пласте, поэтому возможна ситуация, когда горные породы находятся еще в упругой стадии, а краевая часть пласта уже переходит в запредельное состояние.

Повышение надежности методов оценки напряженно-деформированного состояния элементов подземной геотехнологии (в том числе неоднородных угольных целиков) представляется возможным за счет рационального сочетания следующих подходов: натурных измерений, физического и математического моделирования.

Натурные исследования предполагают высокую стоимость, значительную трудоемкость, требуют довольно длительного времени. Кроме того, в натуральных условиях ограничены возможности варьирования изучаемых параметров.

Одним из предназначений физического эксперимента является корректировка результатов исследований при математическом моделировании. В результате лабораторных испытаний на моделях из эквивалентных материалов в работе [2] отражены все стадии деформирования целиков: допредельное состояние (когда целик упруго изменял свои формы); предельное состояние (наличие начальных разрушений и

течение материала модели под действием предельной нагрузки с эффектом релаксации напряжений и, как следствие, снижение нагрузки на целик); запредельное состояние (с длительным процессом проявлений деформаций при поддержании внешней нагрузки, неизменной на определенном уровне). Выявленные закономерности, формы деформирования и разрушения целиков могут быть использованы для расчета параметров охранных целиков.

В настоящее время перспективным является математическое моделирование напряженно-деформированного состояния массива горных пород. Широкое распространение получил метод конечных элементов [3 – 5], с помощью которого моделируются трещиноватость, различные включения и сложные вырезы. В частности, для моделирования сцепления слоев на контактах используются специальные «контактные» элементы, а получение решения о распределении напряжений в ленточных целиках разных размеров не представляет сложности [6].

В зарубежной практике для решения такой задачи определенное распространение получили вероятностно-статистические методы (RFRI и др.) [7].

Для решения задач при исследовании условий работы целиков при подготовке выемочных столбов двумя штреками может применяться комплексный метод, в основе которого лежат физическое и компьютерное моделирование [8]; этот метод позволяет учитывать нелинейные реакции массива на техногенные воздействия и изменения физико-механических параметров массива.

Положительные результаты применения и развития численного моделирования неоднородных угольных целиков опубликованы в ряде работ [9, 10], но, несмотря на это, в горной геомеханике есть задачи, в которых не отражены фактическая структура массива и свойства его неоднородности. Например, пласты сложного строения вмещают в себя породные прослойки, минерализованные включения, размывы, разрывные нарушения и др. Включе-

ния (колчеданы) и породные прослои в пластах часто имеют свойства, существенно отличающиеся от свойств угля. Подготовительные выработки, пройденные по таким пластам, часто находятся в неудовлетворительном состоянии.

Условия осадконакопления кузнецких каменных углей и тектоническая активность бассейна предопределили разные формы залегания пластов и их нарушенность, разнообразие углей по физико-механическим свойствам [11, 12].

Таким образом, разработка метода прогнозирования геомеханических параметров взаимовлияющих подземных выработок и целиков при отработке угольных пластов сложного строения является весьма актуальной.

На шахтах юга Кузбасса при разработке угольных пластов средней мощности и мощных в основном используется система разработки длинными столбами с проведением двоярных подготовительных выработок с охраной их целиками угля. Большая изменчивость горно-геологических условий формирует сложную геомеханическую обстановку, что требует от инженеров глубоких знаний о влиянии различных факторов на характер распределения напряжений в окрестности горных выработок и в целиках.

Всесторонний анализ научной литературы позволил выделить участки околотрековых целиков, в которых прогнозируется ухудшение геомеханических условий. Такие участки возникают при неблагоприятных сочетаниях напряжений в зоне опорного давления от движущихся забоев и существующих в пласте от влияния выработки. При выделении характер-

ных участков исследовали параметры массива в выемочном поле согласно развития горных работ. Выделено пять участков (рис. 1), которые соответствуют различным стадиям деформирования целиков:

- 1 – выработки проведены, целик сформирован;
- 2 – целик находится под влиянием опорного давления лавы с одной стороны;
- 3 – влияние на целик выработанного пространства с одной стороны;
- 4 – целик находится под влиянием опорного давления второй лавы;
- 5 – влияние на целик выработанного пространства с двух сторон.

В массиве вокруг взаимовлияющих выработок и целиков распределение напряжений имеет более сложный характер и протекает в значительно большей области по сравнению с одиночной выработкой.

На картину распределения напряжений в окрестности взаимовлияющих выработок и целиков на выше обозначенных участках влияет комплекс горно-геологических, горнотехнических и технологических факторов:

- максимальные горизонтальные напряжения;
- разнородность предельных напряжений внутри неоднородных целиков (краевые части становятся податливыми задолго до того, как на всей площади целика будут достигнуты максимальные нагрузки (рис. 2));
- размеры целика;
- учет ширины выработанного пространства;
- соотношение ширины и высоты выработки;

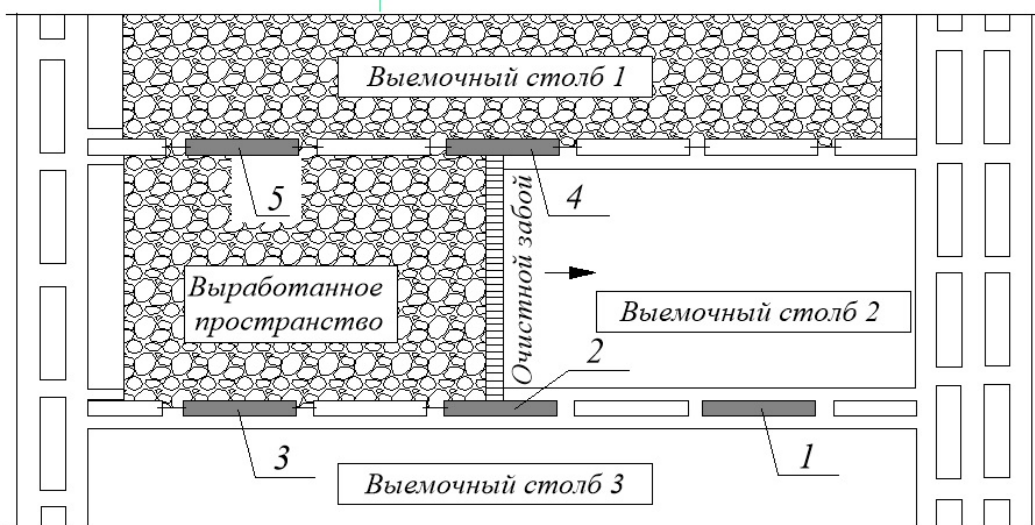


Рис. 1. Последовательность деформирования (1 – 5) околотрековых целиков с учетом их пространственно-временного расположения

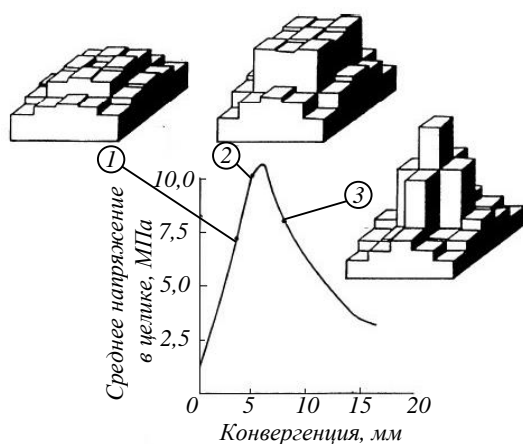


Рис. 2. Распределение напряжений в угольных целиках [13]

- дополнительная нагрузка на целик приходится со стороны зон повышенного горного давления, которые создаются от краевых частей и целиков при разработке свиты;
- форма и площадь поперечного сечения выработки;
- чередование и мощность слабых и прочных слоев пород;
- трещины отдельностей и кливажа;
- разрывные нарушения;
- породные прослои и минерализованные включения в пласте;
- глубина залегания и угол падения разрабатываемого пласта;

– типы связей целика с породами кровли и почвы (полное сцепление, неполное сцепление и сухое трение, связь через пластичные прослойки);

– деформация подготовительных выработок (пучение почвы, вывалы, откольные явления в краевых частях), охраняемых целиками, не должна быть больше критических значений по безопасности.

Влияющие факторы взаимосвязаны и проявляются отдельно или в различных сочетаниях. Можно предположить, что устойчивость подготовительной выработки, охраняемой неоднородными целиками, определяется взаимовлияющими элементами геомеханической системы. Здесь геомеханическая система «устойчивая подготовительная выработка, охраняемая неоднородным целиком» – это совокупность основных элементов (неоднородный целик, вмещающие породы, крепь горной выработки, крепь усиления, очистной забой), объединенных пространственно-временным взаимодействием. Участие каждого элемента в равновесии системы может быть различным в зависимости от участка (рис. 1), на котором функционирует целик.

Очевидно, что все элементы геомеханической системы оказывают влияние на ее устойчивость (рис. 3). Прямое влияние на все элементы оказывает очистной забой, что подтверждает мнение о тщательном анализе влияния на систему этого элемента.

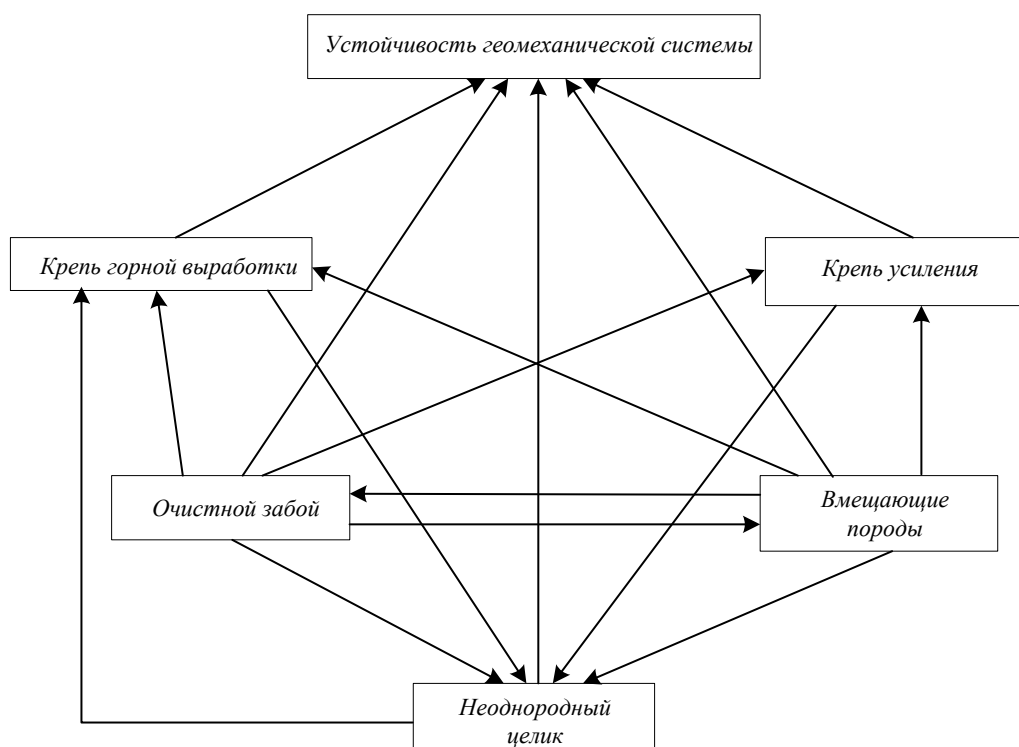


Рис. 3. Взаимосвязь элементов геомеханической системы

Выводы. Расчетным путем получить надежные результаты по оценке состояния целиков достаточно сложно из-за многочисленности влияющих факторов, а оценку состояния целиков и, соответственно, прогноз устойчивости подготовительных выработок необходимо проводить с учетом последовательного деформирования целиков, исходя из анализа совместного влияния вышеописанных факторов для разработки рекомендаций по усилению крепи выработок анкерами и упрочнению целиков или придания им податливости.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ф и с е н к о Г.Л. Предельные состояния горных пород вокруг выработок. – М.: Недра, 1976. – 272 с.
2. Т и т о в Н.В., С и н я у с к а с С.В. Исследование деформационных процессов и разрушений «жестких» целиков // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2011. № 4. С. 63 – 66.
3. Ф а д е е в А.Б. Метод конечных элементов в геомеханике. – М.: Недра, 1987. – 221 с.
4. Р и б С.В., Д о м р а ч е в А.Н. Разработка алгоритма оценивания напряженно-деформированного состояния неоднородного угольного целика с использованием двух- и трехмерной реализации метода конечных элементов – В кн.: Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды X Всероссийской научно-практ. конф-и / Под общ. ред. С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2015. С. 465 – 469.
5. Г о в о р у х и н Ю.М. Методика разработки исходных данных для моделирования геомеханических процессов, происходящих в выработанном пространстве. – В кн.: Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов: Труды Международной научно-практ. конф-и. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2011. С. 112 – 115.
6. Р и б С.В. Закономерности распределения напряжений в неоднородных угольных целиках. – В кн.: Нетрадиционные и инновационные технологии разработки месторождений полезных ископаемых: сб. науч. ст. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2008. С. 148 – 153.
7. Методология анализа и оценки риска при ведении аварийно-спасательных работ на горных предприятиях / А.Н. Домрачев, В.Г. Криволапов, Ю.М. Говорухин, А.В. Масленков. – Кемерово: Кузбассвуиздат, 2013. – 185 с.
8. З у е в Б.Ю., Р о м а ш к е в и ч А.А., Ю т я е в Е.П., Л о г и н о в М.А. Исследование условий работы целиков и поддержания выработок при подготовке выемочных столбов спаренными выработками // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2010. № 4. С. 7 – 12.
9. Х о м я к о в а А.А., Р и б С.В., Н и к и т и н а А.М. Исследование влияния убывающего целика на напряженно-деформированное состояние пород почвы горной выработки. – В кн.: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2014. С. 5 – 8.
10. Р и б С.В., Б а с о в В.В. Методика численного исследования напряженно-деформированного состояния неоднородных угольных целиков с применением современных компьютерных технологий // Вестник СибГИУ. 2015. № 4. С. 22 – 26.
11. Месторождения полезных ископаемых: учеб. для вузов / В.А. Ермолов и др.; под ред. В.А. Ермолова. – М.: изд. МГУ, 2004. – 570 с.
12. К у н т ы ш М.Ф., Б а р о н с к а я Э.И. Методы оценки свойств угольных пластов сложного строения. – М.: Наука, 1980. – 144 с.
13. W a g n e r H. Determination of the complete load deformation characteristics of coal pillars. – Proc. 3d Congr. Int. Soc. Rock Mech. – Denver, CO, 1974. P. 1076 – 1081.

© 2016 г. С.В. Риб

Поступила 4 сентября 2016 г.

А.А. Исаченко¹, О.А. Петрова²

¹ОАО ОУК «Южкузбассуголь», Филиал «Шахта «Ерунаковская –VIII»

²Сибирский государственный индустриальный университет

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЧИВОСТИ ГОРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГОРНОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НА ФОРМУ И РАЗМЕРЫ БЛОКОВ, ПАНЕЛЕЙ И ВЫЕМОЧНЫХ СТОЛБОВ В ПРЕДЕЛАХ ШАХТНЫХ ПОЛЕЙ

В настоящее время с учетом требований инвесторов о быстрой окупаемости инвестиций отработка запасов угля в шахтном поле осуществляется поэтапно путем строительства и ввода в эксплуатацию части инфраструктурных объектов шахты, необходимых для пуска в работу первого очистного забоя. Как правило, освоение запасов угля осуществляется по временной технологической схеме.

Параметры первого выемочного участка стремятся принять такими, чтобы оконтурить подготовительными выработками максимальное количество промышленных запасов угля при минимальной удельной протяженности подготовительных и вскрывающих выработок. Поэтапное строительство шахты позволяет уже в течение первых двух – трех лет начать очистные работы и частично окупить инвестиции за счет реализации угольной продукции. При освоении новых месторождений южного и восточного Кузбасса концепция поэтапного строительства угледобывающих предприятий с целью окупаемости инвестиций в минимальные сроки реализуется на многих новых шахтах и разрезах.

В проектах при расчете нагрузки на очистной комплексно-механизированный забой (КМЗ) учитывается влияние следующих основных горно-геологических факторов: мощности и угла падения пласта; плотности и вязкопластичных свойств угля, сопротивления угля и породных прослоек в пласте резанию; устойчивости непосредственной кровли, метаноносности пласта и др.

Для оценки влияния изменчивости горно-геологических и горнотехнических параметров и характеристик геомассива на эффективность работы шахты проведен анализ показателей очистных комплексно-механизированных забоев. В работах [1, 2] установлено, что производительность очистного забоя при прочих равных условиях линейно зависит от мощности пласта, и, соответственно, основные пока-

затели работы шахты также зависят от вынимаемой мощности пласта.

От мощности пласта зависят энерговооруженность и материалоемкость применяемого очистного оборудования. Согласно результатам исследований [3] выбор типа механизированного комплекса по средней мощности в пределах выемочного столба приведет к снижению производительности очистного забоя на участках с мощностью больше средней и нерациональному повышению инвестиций при использовании высокопроизводительного и металлоемкого оборудования на участках с мощностью пласта меньше средней.

В настоящей работе проведено исследование влияния длины выемочного участка и лавы на основные показатели работы шахты [3]. Установлено, что при отработке пологих угольных пластов в сложных природных условиях производительность длинных комплексно-механизированных забоев при использовании отечественных механизированных комплексов возрастает при увеличении длины лавы и выемочного участка до определенного предела. При длине выемочного столба более 2 км суточная добыча несущественно снижается.

Изменение технико-экономических показателей также подчиняется этой закономерности. Независимо от типа механизированного комплекса и класса пород кровли по устойчивости и обрушаемости приведенные затраты при увеличении длины лавы до размеров более 159 – 200 м возрастают, а нагрузка на очистной забой снижается или стабилизируется.

По опыту работы шахт США и применения импортного очистного оборудования передовыми бригадами в Кузбассе длина выемочного участка почти не влияет на производительность очистного комплексно-механизированного забоя [1, 4, 5], но заметно снижает затраты на подготовку выемочных столбов. В основных угледобывающих странах проводятся планомерные поисковые работы в направлении увеличения длины лавы и выемочных столбов, в

том числе в направлении развития многоштрековой подготовки выемочных столбов с оставлением неизвлекаемых целиков угля, увеличения нагрузки на очистной забой (рекорд 57000 т/сут установлен в США [5]), длины лав до 540 м [4], длины выемочных участков до 4 км. Достигнутых на зарубежных шахтах параметров выемочных участков практически невозможно достичь в пределах горных отводов сложной конфигурации.

По результатам анализа пластовых карт и планов горных работ установлено, что в пределах горных отводов почти всех угледобывающих предприятий пространственная изменчивость горно-геологических и горнотехнических параметров существенно влияет на планировку горных выработок и производительность очистных и подготовительных забоев.

Для анализа производственного опыта работы угольных шахт с изменяющимися в пределах горного отвода горно-геологическими и горнотехническими параметрами проведена идентификация понятия изменчивости. Изменчивость следует понимать как непостоянство, разнообразие, возникновение индивидуальных различий, приобретение других качеств и свойств чего-либо. В большей мере это понятие используется применительно к живым организмам и природным явлениям. Аналогично в толще осадочных горных пород в процессе осадконакопления в постгенетический период и под влиянием геотектоники произошли изменения свойств угольных пластов и вмещающих пород, в том числе мощности, строения и углов падения пластов; мощности пород между пластами, параметров дизъюнктивных и пликтивных нарушений, размывов, расщеплений, кластических инъекций; прочностных и деформационных свойств, ползучести, трещиноватости, склонности к пучению, газоносности, удароопасности и выбросоопасности угольных пластов и горных пород; природного поля напряжений [6 – 10].

При вскрытии, подготовке и отработке свиты угольных пластов с изменчивыми горно-геологическими и горнотехническими параметрами возникают проблемы планировки шахтного поля по традиционным схемам вскрытия и подготовки, которые рекомендуются нормативными документами.

С учетом изменчивости горно-геологических и горнотехнических параметров и необходимости выборочной первоочередной отработки участков пластов с благоприятными для высокопроизводительных КМЗ условиями оконтуриваются и отрабатываются блоки, панели и выемочные столбы форм и размеров,

соответствующих границам шахтного поля сложной конфигурации [2, 11].

В качестве примера влияния изменчивости горно-геологических и горнотехнических параметров угольных пластов на способы и схемы вскрытия, подготовки и системы разработки рассмотрены шахты «Кушеяковская», «Осинниковская», «Тайжина», «Томусинская», «Томская-Глубокая», «Денисовская» ОАО «Нерюнгриуголь».

Например, в условиях шахты «Кушеяковская» в Кузбассе мощность угольного пласта 66-67 в свите не только изменилась в пространстве, но и на отдельных участках шахтного поля произошло расщепление пласта. Соответственно, проведена планировка пласта на выемочные поля сложной формы с ограниченными размерами и потерями балансовых запасов целиков различной формы.

На рис. 1 показана вертикальная схема вскрытия соседних шахт «Осинниковская» и «Тайжина», расположенных в пределах Осинковского угольного месторождения Кузбасса: шахтные поля характеризуются резкой изменчивостью угла падения и глубины залегания пластов, наличием множества дизъюнктивных и пликтивных геологических нарушений, а также наличием весьма сближенных пластов в свите.

Изменчивость этих параметров учтена в проектах строительства шахт. Схемы и способы вскрытия и подготовки шахтных полей характеризуются многоступенчатостью, выделением четырех блоков. Вскрытие шахтного поля осуществляется десятью вертикальными стволами. В настоящее время используется девять стволов: скиповые № 1 и № 2, клетевые № 1 и № 2, вентиляционные № 6, «Поперечный лог», ствол ВЦ-5, бывшие скиповой и клетевой шахты «Кузбасская». Отработка пластов ведется на двух горизонтах: гор. –160 м и гор. –60 м. Схема вскрытия и подготовки шахты «Тайжина» приведены на рис. 2. Вскрытие и подготовка пластов на горизонтах осуществляются сетью квершлагов и полевых штреков. Форма и размеры выемочных участков зависят от гипсометрии пластов, запасы угля на участках с углами падения более 30° временно консервированы или отнесены к забалансовым. Технологическая схема шахты характеризуется сложной сетью вскрывающих и подготавливающих выработок.

В качестве другого примера влияния изменчивости мощности пласта и пространственного положения дизъюнктивных геологических нарушений рассмотрены схемы вскрытия, подготовки и отработки мощного,

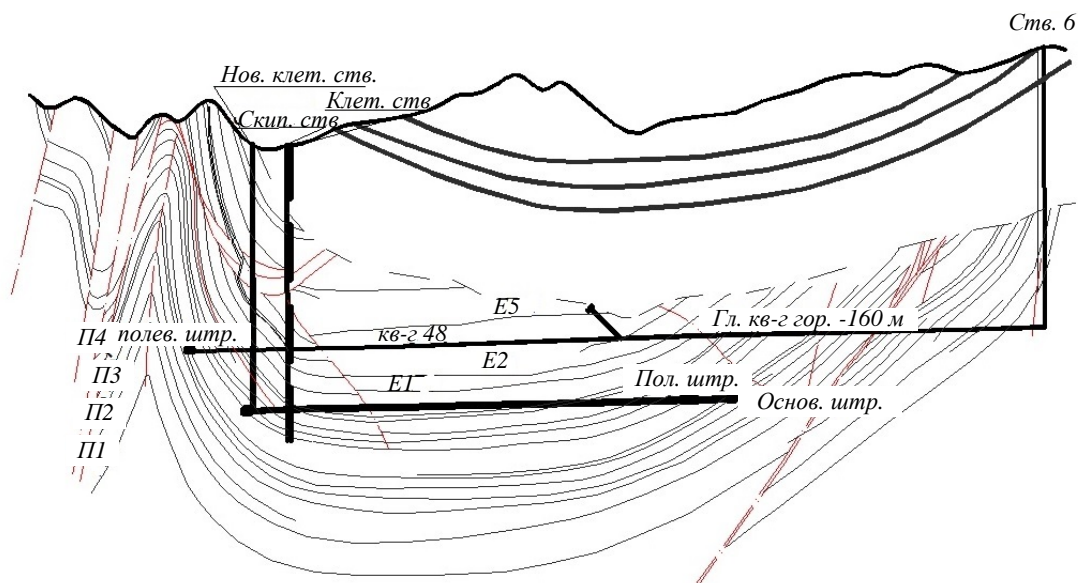


Рис. 1. Вертикальная схема вскрытия шахт «Осинниковская» и «Тайжина»

склонного к самовозгоранию угольного пласта в условиях Томь-Усинского угольного месторождения Кузбасса.

Необходимость соблюдения требований Инструкции по предупреждению и тушению подземных эндогенных пожаров в шахтах Кузбасса при слоевой отработке склонного к самовозгоранию пласта III-IIIa с учетом изменчивости пространственного положения дизъюнктивных геологических нарушений обусловила формирование в проекте сложной топологии горных вы-

работок. Технологическая схема характеризуется высоким уровнем потерь угля по мощности и в плоскости пласта, многоступенчатостью вскрывающих выработок, сложной схемой проветривания и профилактики эндогенных пожаров.

Приведенные результаты анализа схем планировки шахтного поля подтверждают, что при изменчивости горно-геологических и горнотехнических параметров не удастся оконтурить выемочные участки оптимальных размеров, рекомендуемых нормативными документами.

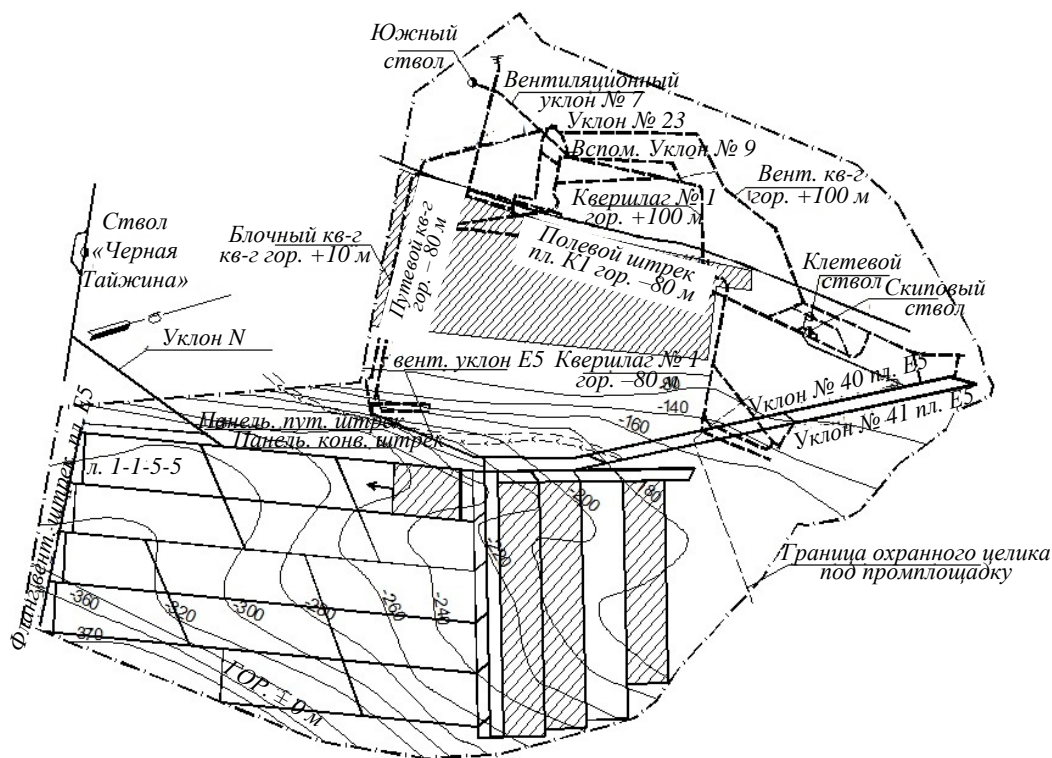


Рис. 2. Схема вскрытия и подготовки шахты «Тайжина»

По результатам анализа технологических схем действующих, проектируемых и ликвидированных шахт южного Кузбасса (шахты «Абашевская», «Есаульская», «Полосухинская», «Большевик», «Кушеяковская», «Осинниковская», «Тайжина», «Томская», «Ульяновская», «Алардинская», «Шушталепская», «Карагайлинская» и др.) установлено, что основными факторами, которые влияют на эффективность традиционных способов и схем вскрытия и подготовки шахтных полей при изменчивых горно-геологических и горнотехнических условиях, являются:

– нерациональные для высокопроизводительных комплексно-механизированных забоев размеры выемочных полей и участков, границы которых обусловлены предельными углами падения на выходах пластов под наносы более 30° (шахта «Байдаевская»), геологическими нарушениями (шахта «Абашевская»), выклиниванием или расщеплением угольных пластов (шахта «Кушеяковская»), изменениями мощности пластов (шахта «Юбилейная»), твердыми включениями в пласт (пласт 15 Байдаевского месторождения) и др.;

– несоответствие оставшихся на рабочих горизонтах вскрытых запасов условиям высокоинтенсивной отработки угольных пластов КМЗ с использованием высокопроизводительной техники: участки треугольной формы (шахта «Есаульская»), длина выемочных столбов меньше 500 м; уступная форма выемочных столбов с необходимостью наращивать или сокращать секции механизированной крепи, отсутствие доступа к участкам пластов с остаточными запасами угля вследствие погашения выработок после отработки соседних участков и др.;

– непрямолинейность вскрывающих и подготавливающих выработок (стволов, уклонов) при многоступенчатом вскрытии участков с разными углами падения пластов, наличие дизъюнктивных нарушений, что приводит к повышению трудоемкости работ при сложных схемах основного и вспомогательного транспорта, вентиляции.

Выводы. Рассмотрена актуальная для горной науки и практики задача обоснования с учетом изменчивости природных условий залегания угольных пластов, форм и размеров блоков, панелей и выемочных столбов, при которых обеспечивается полнота извлечения недр в пределах шахтного поля при нормативных потерях угля и достигается экономически целесообразная рентабельность угледобычи при безопасных условиях труда.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. К а з а н и н О.И., Р о м а ш к е в и ч А.А. О научном сопровождении проектирования технологических схем интенсивной отработки угольных пластов // Записки Горного института. 2012. Т. 198. С. 104 – 107. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://pmi.spmi.ru/sites/default/files/pdfarticle/104-107_0.pdf (Дата обращения 23.08.2016 г.).
2. Технология многофронтальной отработки запасов угля выемочных блоков / Ю.Н. Кузнецов, А.М. Рыжов, А.Е. Евтушенко, Ю.И. Морозов, И.В. Зюзин. – М.: изд. МГГУ, 2006. – 167 с.
3. Технология разработки запасов мощных пологих пластов с выпуском угля / В.И. Клишин, И.А. Шундулиди, А.Ю. Ермаков, А.С. Соловьев. – Новосибирск: Наука, 2013. – 248 с.
4. P e n g S.S. Coal Mine Ground Control. – West Virginia University, 2008. – 750 p.
5. P e n g S.S. Longwall Mining. – West Virginia University, 2006. – 621 p.
6. Геологическое обеспечение работ по добыче угля: Сборник нормативных документов / Под ред. А.Д. Рубана и др. – М.: Изд-во «Горное дело» ООО «Киммерийский центр», 2011. – 432 с.
7. Способы вскрытия, подготовки и системы разработки шахтных полей / Б.Ф. Братченко, М.И. Устинов, Л.Н. Гапанович и др. – М.: Недра, 1985. – 494 с.
8. Г а т и н с к и й Ю.Г., М а л ы ш е в Ю.Н., П р о х о р о в а Т.В. Геодинамика и сейсмичность горнопромышленных регионов стран СНГ Центральной Азии // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. 2015. № 2. С. 78 – 84.
9. Геодинамическое районирование Южного Кузбасса. Монография / Т.И. Лазаревич, В.П. Мазикин, И.А. Малый и др. – Кемерово: Редакционно-издательская фирма «Весть», 2006. – 184 с.
10. Л а з а р е в и ч Т.И., П о л ь к о в А.Н. К проблеме сейсмотехники Кузбасса в условиях активного освоения его недр // ТЭК и ресурсы Кузбасса. 2010. № 2. С. 28 – 30.
11. Р у б а н А.Д. Подготовка и разработка высокогазоносных угольных пластов: Справочное пособие / Под общ. ред. А.Д. Рубана. – М.: Горная книга, 2010. – 500 с.

© 2016 г. А.А. Исаченко, О.А. Петрова
Поступила 25 августа 2016 г.

О.В. Шугаев, Т.П. Воскресенская

Сибирский государственный индустриальный университет

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА И АРГУМЕНТАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРОДНОГО ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА ДЛЯ АВТОМОБИЛЯ

*Когда все остальное потеряно,
все же остается еще будущее.
(Кристиан Боуви)*

В XIX веке преобладали паровые двигатели, в XX веке были распространены двигатели внутреннего сгорания. Какие виды транспорта и элементы питания останутся в истории XXI века?

В настоящее время постепенно возрастают скорость и объемы добываемых нефтяных ресурсов, и в конечном итоге, как показывают исследования аналитиков [1], при современной динамике потребления эти энергоносители в России закончатся через 20 – 30 лет. Запасов природного газа, учитывая текущие объемы добычи, хватит на 50 – 70 лет [1]. Однако есть мнение [2], что нефть является возобновляемым ресурсом.

Энергоэффективность двигателей внутреннего сгорания (ДВС) незначительна и составляет в среднем 30 % [3]. Такие двигатели не способны обеспечить высокий пусковой момент вращения при низких оборотах двигателя, это достигается повышением скорости вращения и сопровождается увеличением расхода топлива, а высокие цены на нефтяные ресурсы снижают потребительский спрос. Однако на сегодняшний день существуют установки, КПД которых превышает 80 % [4]. Несмотря на высокий КПД они не пользуются популярностью в автомобилестроении из-за высокой стоимости реализации таких систем [4].

Традиционный автомобильный транспорт, использующий ископаемые виды топлива, не является достаточно экологичным средством передвижения и выделяет значительное количество угарного газа, соединений углерода, оксидов азота [5], при этом сжигается кислород. К тому же выделяются канцерогены: бензапирен, свинец, формальдегид, бензол. Рассматриваемые средства передвижения оказывают существенное воздействие на климатические условия, загрязняют окружающую среду, являются источником шумового засорения [5].

Целью настоящего исследования является обоснование выбора сравнительно недорогого топливного элемента для автомобилей, способного повысить конкурентоспособность в сфере машиностроения.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- дать сравнительный анализ имеющихся топливных элементов, применяющихся в автотранспортной промышленности;
- выявить наиболее актуальные проблемы водородных генераторов;
- обосновать преимущества использования предлагаемого типа водородных элементов, технически применимых для автомобильного транспорта;
- провести аналитическое сравнение предлагаемого вида топливных элементов и элементов, использующих водородные энергоустановки.

Классификация топливных элементов, применяющихся на автомобильном транспорте

В начале XXI века существовало три основных вида топливных элементов (ТЭ), применяющихся в автомобильном транспорте, которые отличались видом используемого электролита, рабочим давлением и температурой, КПД, типом используемого катализатора, топливом для работы энергоустановки. Топливные элементы подразделяются на (табл. 1):

- щелочные ТЭ (ЩТЭ);
- твердополимерные ТЭ (ТПТЭ);
- метанольные ТЭ (МТЭ).

В ЩТЭ используется щелочной электролит, а также пористые электроды на основе никеля [7], которые позволяют получить повышенную плотность тока. В качестве катализатора в ТЭ

**Отличительные характеристики топливных элементов, применяющихся
в автомобильном транспорте [4, 6 – 8]**

Отличительные характеристики	ЩТЭ	ТПТЭ	МТЭ
Использование водорода высокой степени очистки	+	+	-
Продолжительное время запуска	+	-	-
Значительный объем полезного пространства для размещения установки	+	-	-
Низкотемпературный режим работы	+	+	+
Использование метанола в качестве топлива	-	-	+
Токсичность	-	-	+
Высокая удельная мощность	+	+	-
Присутствие жидкого электролита	+	-	-
Сложность обслуживания и изготовления	+	+	+
Трудность утилизации тепла	+	+	+
Содержание дорогостоящих элементов	+	+	+
Возможность использования различных видов топлива	-	-	+
Надёжность и высокий ресурс работы	+	+	-

применяется платина. В таких установках для исключения коррозии применяются оксидно-никелевые электроды, модифицированные лантаном [4].

Твердополимерные ТЭ содержат электродные пары, разделенные ионообменной мембраной, которая представляет собой твердополимерную пленку с присущими ей ионообменными свойствами. В таком экстраординарном электролите проводниками электроэнергии в случае водной пропитки полимера являются дезаминированные от сульфогруппы SO_3H ионы водорода [6].

Металлы ТЭ обладают ТПТЭ аналогичной конструкцией за исключением входящего в состав анода рубидия. Основным видом топлива ТЭ является достаточно токсичный метанол, часть которого проникает к катоду, что сопровождается потерей мощности и топлива [4]. При этом ресурс работы МТЭ очень мал. В связи с этим такие топливные элементы не способны конкурировать с более мощными аналогами, в которых используется протонообменная мембрана, однако они могут применяться при малоразвитой инфраструктуре водородных заправочных станций.

В состав рассмотренных топливных элементов, нашедших свое применение в автомобильном транспорте, входит платина. Это значительно повышает их стоимость и сужает круг потенциальных потребителей. Неблагоприятным фактором является достаточно сложный процесс изготовления таких топливных элементов. Ко всему прочему, для работы ТПТЭ и ЩТЭ в автомобильном транспорте необходимо создание соответствующей заправочной инфраструктуры.

**Выбор топливного элемента для
автомобиля**

Для решения выше описанных проблем можно использовать ТЭ, конструкция которых не содержит дорогостоящих составляющих, например, высокотемпературные топливные элементы с твердооксидным электролитом. Предполагаемая система электромотоцикла со сравнительно недорогими ТЭ будет состоять из следующих основных компонентов:

- емкости для хранения природного газа;
- энергетической установки, использующей твердооксидные топливные элементы (ТОТЭ), преобразующие метан или водород в электричество;
- промежуточной емкости в качестве аккумуляторной батареи, которая будет компенсировать кратковременные режимы работы, требующие дополнительной мощности.

Для электромотоциклов на топливных элементах с твердооксидным электролитом уже существует подходящая инфраструктура: газонаполнительные компрессорные станции для автомобилей. Их мировое количество неуклонно растет и в 2010 г. составило 12,3 тыс. единиц. В России общее количество метановых и пропановых заправочных пунктов составляет 5,8 тыс., при этом цены на такое топливо в два раза ниже, чем на продукты переработки нефти. Для ТОТЭ можно использовать водород с низкой степенью очистки, который, как правило, находится в допустимой для большинства ценовой категории. В составе таких ТЭ отсутствуют драгоценные материалы, что значительно снижает общую стоимость транспортных средств. Тем более, что лантано-стронциевые манганиты, никелевые

Характеристики топливных элементов [4, 6 – 8, 10, 11]

Тип ТЭ	Температура, °С	Восстановитель	Материал катода	Материал анода	Плотность тока, кА/м ²	Ресурс, ч	Напряжение, В
Щелочной	80 – 97	Чистый H ₂	Ni + Pt	Ni Pt	1,5 – 3,0	10 тыс.	0,90 – 0,85
Твердополимерный	70 – 90	Технический H ₂	C + Pt	C Pt	3,0 – 5,0	20 тыс.	0,80 – 0,75
Метанольный	90 – 110	CH ₃ OH	C + Pt	C Pt Ru	1,0 – 2,0	–	0,60 – 0,50
Твердооксидный	1073 – 1273	H ₂ +CO, CH ₄	La _x Sr _{1-x} MnO ₃	Ni ZrO ₂	2,0 – 4,0	60 тыс.	0,80 – 0,75

керметы, диоксид-циркониевая керамика, входящие в основу таких топливных элементов, широко распространены и в достаточном количестве располагаются в земной коре. Заявленный срок службы таких устройств достигает 10 – 15 лет. Существенным недостатком ТОТЭ является высокая (до 1000 °С) рабочая температура [9], что, однако, является преимуществом при работе в неблагоприятных условиях низких температур. Коэффициент полезного действия высокотемпературных твердооксидных топливных элементов достигает 55 – 70 % [7], при этом удельная мощность достигает 0,6 Вт/см² [9].

Характеристики различных топливных элементов приведены в табл. 2.

Твердооксидные ТЭ обладают высокими эксплуатационными характеристиками. Материалы, из которых состоят ТЭ, имеют относительно невысокую стоимость. При этом водородные генераторы на основе твердооксидного электролита способны выделять сравнительно высокую плотность тока, не уступающую плотности тока ТПТЭ и превосходящую ТЭ, которые применяются в автомобильном транспорте. Выделяемое каждой ячейкой напряжение находится в среднем диапазоне значений по отношению к другим топливным элементам. Благодаря использованию меньшего количества ТЭ существенно упрощается конструкция и уменьшается вес. При этом ТОТЭ обладают внушительным ресурсом работы по сравнению с остальными ТЭ. При использовании ТОТЭ существенно ниже плановые расходы, связанные с ремонтом транспортного средства.

Электромобили с ТОТЭ из-за высокой рабочей температуры нуждаются в предварительном продолжительном разогреве. Эту задачу можно решить введением в конструкцию транспортного средства соответствующей промежуточной емкости, которая некоторое время будет компенсировать работу ТЭ.

Выводы. Несмотря на сравнительно невысокий КПД средства передвижения, использующие твердооксидные топливные элементы, бо-

лее эффективны, чем традиционные бензиновые или дизельные автомобили, производительность которых в среднем составляет 30 %. Однако твердооксидные топливные элементы при использовании метана выделяют побочный продукт в виде CO₂. Электромобили на ТЭ могут быть достаточно конкурентоспособными за счет низкой стоимости, неприхотливости в обслуживании и в ближайшее время смогут заменить традиционные средства передвижения при условии использования имеющейся инфраструктуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Рахманкулов Д.Л., Николаева С.В., Латыпова Ф.Н., Вильданов Ф.Ш. О проблеме истощения мировых запасов нефти // Башкирский химический журнал. 2008. № 2 (15). С. 5 – 35.
2. Запиров Н.П. Нефтегазовая геология: парадигмы XXI века // Георесурсы. 2007. № 3 (22). С. 11 – 13.
3. Сорокин А.И., Мирзоев Г.К. Эффективность использования альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания // Химия в интересах устойчивого развития. 2005. № 13. С. 805 – 808.
4. Абрамчук Ф.И., Врублевский А.Н., Кузьменко А.П., Подлещук С.О. Выбор и обоснование топливного элемента для экомобиля // Автомобильный транспорт. 2013. № 33. С. 50 – 54.
5. Друзьянова В.П., Петрова С.А., Охлопкова М.К. Технические решения использования биогаза в двигателях внутреннего сгорания // Электронный журнал Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова. 2013. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://oaji.net/articles/2014/245-1393742212.pdf> (Дата обращения 07.03.2016 г.).
6. Григорьев С.А., Ванярхо В.Г. Учебное пособие «Электролиз» по курсу

- химии / Под ред. А.А. Евдокимова. – М.: изд. МГТУ МИРЭА, 2014. – 48 с.
7. Топливные элементы: Сборник статей / Под ред. В. Митчелла; пер. с англ. Н.Е. Кванталиани, под ред. А.А. Азовцева. – Ленинград: Судостроение, 1966. – 376 с.
8. Ч и р к о в Ю.Г. Топливные элементы: с земли на луну // Наука и жизнь. 1981. № 6. С. 77 – 83.
9. Н е ф е д к и н С.И., Л и п и л и н А.С. Каким быть экологически чистому городскому автомобилю? Перспективы использования ТОТЭ на автомобильном транспорте. – В кн.: Материалы Всерос. конф. с междунар. участием «Твердоокисные топлив-
- ные элементы и энергоустановки на их основе». – Черногловка, 2010. С. 109 – 110.
10. Г о л о в а н о в Л.В. Экспериментальный электромобиль HydroGen 1 на базе Opel Zafira // Авторевю. 2000. № 13-14. С. 22, 23.
11. P e r r y M.L., F u l l e r T.F. A Historical Perspective of Fuel Cell Technology in the 20th Century // Journal of the Electrochemical Society. 2002. Vol. 149. № 7. P. 59 – 67.

© 2016 г. О.В. Шугаев, Т.П. Воскресенская
Поступила 26 августа 2016 г.

УДК 621.01

Л.Н. Гудимова

Сибирский государственный индустриальный университет

ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМЫХ И ДОСТАТОЧНЫХ УСЛОВИЙ ПОЛНОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Началом развития теории структуры можно считать 1869 г. В этом году на II съезде русских естествоиспытателей академиком П.Л. Чебышевым сделан доклад «О параллелограммах» [1], на котором впервые было представлено уравнение, определяющее условие существования плоского шарнирного параллелограмного механизма. Последующие исследования таких ученых, как М.Ф. Грюблер [2], Л.В. Ассур [3], А.П. Малышев [4], В.В. Добровольский [5], И.И. Артоболевский [6], Г.Г. Баранов [7], С.Н. Кожевников [8], Л.Н. Решетов, Ч.Ф. Кетов, Н.И. Колчин [9], У.А. Джолдасбеков, Л.Т. Дворников и др., позволили не только создать современную теорию структуры кинематических цепей, но и поставить ряд задач, решение которых настоятельно требует дальнейшего разрешения. Одной из них является задача полной идентификации кинематических цепей.

Известно, что из различных по сложности звеньев, отличающихся числом их геометрических элементов, входящих между собой в кинематические пары разных классов и с разным количеством контактов, могут создаваться сколь угодно сложные кинематические цепи, которые при выполнении определенных усло-

вий реализуются в виде пригодных для практики механизмов.

Несмотря на то, что понятие «кинематические цепи» используется очень широко и с давних времен, классифицируются они до сих пор лишь по следующим признакам: по видам относительного движения звеньев – плоские и пространственные; по характеру замыкания звеньев – открытые и замкнутые; по сложности – простые и сложные [6, 10]. Такая классификация является не только не полной, но и недостаточной, так как не позволяет осуществлять полную идентификацию кинематических цепей внутри каждого из трех вышеперечисленных классификационных признаков, а также не дает возможности в полной мере проводить их анализ и тем более осуществлять синтез кинематических цепей.

В настоящей работе решается задача обоснования необходимых и достаточных классификационных параметров кинематической цепи. Поставленная задача может быть вполне разработанной лишь в том случае, если сам объект исследования (кинематическая цепь) получит полную идентификацию или полную его распознаваемость. Изучение особенностей и свойств кинематических цепей позволило не

только обосновать те критерии – параметры, по которым кинематические цепи могут отличаться друг от друга, но и установить взаимозависимости между необходимыми (существующими) и достаточными (введенными) параметрами.

Прежде всего, не вызывает сомнений отличие цепей по существующим трем основным параметрам: числу используемых в них звеньев n (простые и сложные), потому, в каких пространствах они могут функционировать (плоские и пространственные). Параметром, отличающим их по этому условию, является параметр Добровольского – Артоболевского – m , относящий цепь к тому или иному семейству – четвертому ($m = 4$), третьему ($m = 3$), второму ($m = 2$), первому ($m = 1$) или нулевому ($m = 0$), а также параметр τ , определяющий самое сложное (базисное) звено по числу добавляемых в цепь кинематических пар (τ – угольник или τ – вершинник) [4].

Проведенные исследования позволяют утверждать, что вне зависимости от существующих параметров n , m и τ цепи принципиально отличаются друг от друга следующими дополнительными (предлагаемыми) параметрами: числами их ветвей γ , числами выходов цепи δ , числами изменяемых замкнутых контуров α и их сложностью α_i . Параметр γ определяет сложность структуры кинематической цепи, так как присоединение звеньев к базисному звену τ приводит к ее ветвлению и определяется формулой $\gamma = \sum p_k - (n - 1)$. Ветви могут заканчиваться либо свободными парами, определяющими число выходов цепи δ , которыми цепь встраивается в другую цепь или соединяется с другими звеньями, включая стойку, либо не иметь свободных пар, т. е. не добавлять в цепь кинематических пар. Замыкание свободных пар между собой дополнительным звеном приводит к образованию в

цепи замкнутого контура α , что уменьшает число свободных выходов, т.е. между этими параметрами устанавливается взаимосвязь вида $\gamma = \delta + \alpha$.

Покажем на рис.1 обобщенную сложную многозвенную кинематическую цепь с виртуальными кинематическими парами, которые в реальных цепях могут быть различных классов и разной контактности с описанием значений введенных параметров. Эта цепь состоит из общего числа звеньев $n = 22$, общего числа пар $\sum p_k = 30$, содержит базисное звено $\tau = 5$, имеет число выходов $\delta = 7$, два изменяемых замкнутых контура ($\alpha = 2$), сложность которых – α_5 (пятиугольный) и α_4 (четырёхугольный).

Установим зависимости между известными n , τ , m и введенными γ , α , δ параметрами. Для этого воспользуемся понятием и формулой, определяющей суммарное число сторон цепи [11]:

$$\lambda_c = \tau + \tau n_{\tau-1} + (\tau-1)n_{\tau-2} + \dots + (i-1)n_i + \dots + 3n_2 + 2n_1.$$

Имея полное основание полагать, что суммарное число сторон цепи определяется количеством кинематических пар в ней, найдем разницу между λ_c и $\sum p_k = \tau + (\tau-1)n_{\tau-1} + \dots + in_i + \dots + 3n_3 + 2n_2 + n_1$:

$$\lambda_c - \sum p_k = \tau + \tau n_{\tau-1} + (\tau-1)n_{\tau-2} + \dots + (i+1)n_i + \dots + 3n_2 + 2n_1 - \tau - (\tau-1)n_{\tau-1} - \dots - in_i - \dots - 2n_2 - n_1 = (n-1), \text{ т.е. } \lambda_c = \sum p_k + (n-1).$$

Полученная формула определяет число сторон цепи без изменяемых замкнутых контуров, в цепях же с изменяемыми замкнутыми контурами число замыкающих звеньев равно числу контуров α , и в таких цепях суммарное число сторон составит $\lambda_{ck} = \lambda_c + \alpha$.

Теперь рассмотрим систему, состоящую из трех уравнений: первое определяет число ветвей (γ), второе – суммарное число сторон (λ_{ck}), третье – подвижность кинематической цепи (W):

$$\begin{cases} \gamma = \sum p_k - (n-1); \\ \lambda_{ck} = \sum p_k + (n-1) + \alpha; \\ W = (6-m)n - \sum (k-m) \sum p_k, \end{cases} \quad (1)$$

где k – класс используемых кинематических пар.

Выразим суммарное число кинематических пар $\sum p_k$ из третьего уравнения системы (1), подставим его во второе и получим суммарное число сторон для открытых кинематических цепей

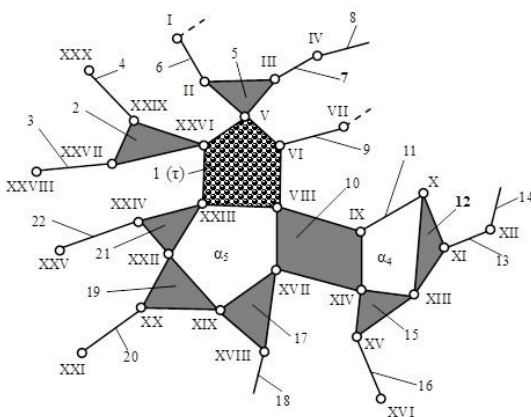


Рис. 1. Обобщенная сложная многозвенная кинематическая цепь с виртуальными кинематическими парами

$$\lambda_{\text{ск}} = \frac{(6-m)n - W}{\sum(k-m)} + (n-1) + \alpha \quad (2)$$

При подстановке $\sum p_k$ в первое уравнение системы (1) находим число ветвей

$$\gamma = \frac{(6-m)n - W}{\sum(k-m)} - (n-1) \quad (3)$$

Учитывая зависимость между параметрами γ , α , δ , получим число выходов цепи:

$$\delta = \frac{(6-m)n - W}{\sum(k-m)} - (n-1) - \alpha \quad (4)$$

При решении системы (1) для замкнутых цепей, т.е. не имеющих свободных кинематических, в которых $\delta = 0$, а $\gamma = \alpha$, суммарное число сторон определится формулой

$$\lambda_{\text{ск}} = \frac{2[(6-m)n - W]}{\sum(k-m)} \quad (5)$$

В силу того, что число ветвей цепи определяется сложностью базисного звена τ , что является важным и для идентификации, и для синтеза структур кинематических цепей, определим максимально возможное его значение, решая следующую систему уравнений:

$$\begin{cases} \sum p_k = \tau + (\tau-1)n_{\tau-1} + \dots + in_i + \dots + 2n_2 + n_1; \\ n = 1 + n_{\tau-1} + \dots + n_i + \dots + n_2 + n_1 + n_0; \\ W = (6-m)n - \sum(k-m)\sum p_k. \end{cases} \quad (6)$$

Для открытых кинематических цепей при условии, что самой простой цепью будет такая, в которой сложные звенья отсутствуют и нет замыкающего звена, т.е. $n_{\tau-1} = \dots = n_i = \dots = n_2 = n_0 = 0$, из первого уравнения системы (6) получим, что $\sum p_k = \tau + n - 1$. При подстановке этого значения в третье уравнение системы (6) находим, что

$$\tau_{\text{max}} = \frac{n[(6-m) - \sum(k-m)] - W}{\sum(k-m)} + 1 \quad (7)$$

Для замкнутых кинематических цепей наличие звена, замыкающего цепь и не добавляющего кинематических пар, обязательно, т.е. $n_0 \neq 0$, тогда решением системы уравнений (6) при условии, что суммарное число кинематических составит $\sum p_k = \tau + n - 1 - n_0$, а минимальное число замыкающих звеньев $n_{0 \text{ min}} = 1$, получим

$$\tau_{\text{max}} = \frac{n[(6-m) - \sum(k-m)] - W}{\sum(k-m)} + 2 \quad (8)$$

Таким образом, проведенные исследования позволяют утверждать, что необходимыми и обязательными идентификационными параметрами кинематических цепей должны быть:

- сложность базисного звена τ – определяющая ее вид (7), (8);

- параметр m – отличающий их по семействам;

- число звеньев n , число ветвей γ (3) и число изменяемых замкнутых контуров α (4) – определяющие сложность цепи;

- число выходов δ (4) – характеризующее число свободных кинематических пар;

- сложность замкнутых контуров α_i – определяющих класс, а наличие нескольких различных по сложности изменяемых замкнутых контуров – подкласс цепи.

Покажем, что именно введенные классификационные параметры являются и необходимыми и достаточными для установления отличительных свойств между кинематическими цепями.

В качестве примера рассмотрим два механизма, структуры которых приведены на рис. 2.

По существующей классификации обе кинематические цепи являются механизмами (так как подвижность $W = 3n - 2p_5 = 3 \cdot 7 - 2 \cdot 10 = 1$) относятся к открытым, сложным ($n = 8$), плос-

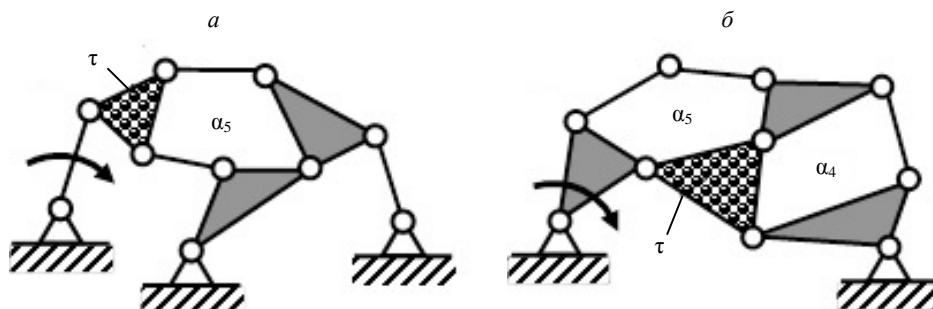


Рис. 2. Сложные открытые плоские механизмы

ким ($m = 3$) кинематическим цепям с базисным трехпарным звеном ($\tau = 3$). Тем не менее структурно они существенно отличаются между собой. И эти отличия можно установить только по введенным дополнительным параметрам.

Так, механизм показанный на рис. 2, *а* имеет три выхода $\delta = 3$, один замкнутый контур $\alpha = 1$ и сложность контура – пятиугольный, а механизм, приведенный на рис. 2, *б*, имеет два выхода $\delta = 2$ и два изменяемых замкнутых контура $\alpha = 2$ различной сложности – пятиугольный и четырехугольный.

Выводы. Введенные дополнительные идентификационные критерии – параметры: число ветвей γ цепи, число выходов цепи δ , число изменяемых замкнутых контуров α и их сложность α_i , позволили в полной мере идентифицировать любую кинематическую цепь, а найденные взаимозависимости между известными и введенными параметрами – разработать универсальный метод синтеза структур [12 – 14], в основу которого были положены принцип построения цепей и универсальная структурная система.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чебышев П.Л. О параллелограммах. Полное собрание сочинений П.Л. Чебышева. Т. IV. Теория механизмов. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – 254 с.
2. Gruber M. Allgemeine Eigenschaften für Zwangläufigen ebenen kinematischen Ketten // Civing. 1883. Vol. 29. pp. 167 – 200.
3. Ассур Л.В. Исследование плоских стержневых механизмов с низшими парами с точки зрения их структуры и классификации. Ч. 1. Учение о нормальных многоповодковых цепях и роль их в образовании механизмов // Известия Петроградского политехнического ин-та. 1914. Т. XX и Т. XXI.
4. Малышев А.П. Прикладная механика. Анализ и синтез механизмов с точки зрения их структуры // Известия Томского технологического ин-та. 1923. Т. 44. Вып. 2. С. 29 – 52.
5. Добровольский В.В., Артоболовский И.И. Основные принципы рациональной классификации механизмов. – В кн.: Структура и классификация механизмов. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1939. С. 5 – 48.
6. Артоболовский И.И. Теория механизмов: Учебник. – М.: Наука, 1965. – 776 с.
7. Баранов Г.Г. Классификация, строение, кинематика и кинетостатика плоских механизмов с парами первого рода. – Тр. Семинара по теории механизмов и машин. – М.: Наука, 1952. Вып. 46, № 2. С. 15 – 39.
8. Кожеников С.Н. Основания структурного синтеза механизмов. – Киев: Наукова думка, 1979. – 232 с.
9. Колчин Н.И. Механика машин. Т1. Л.: изд. ЛПИ, 1971. – 560 с.
10. Дворников Л.Т. Начала теории структуры механизмов. – Новокузнецк: изд. СибГТМА, 1994. – 102 с.

© 2016 г. Л.Н. Гудимова
Поступила 23 сентября 2016 г.

Ю.К. Осипов

Сибирский государственный индустриальный университет

АРХИТЕКТУРА – РЕЗУЛЬТАТ ОРГАНИЧНОГО СОЧЕТАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ДИСЦИПЛИН И СИТУАЦИЙ, СТАВШИХ В НАСТОЯЩЕМ БОЛЕЕ НЕПОЛНЫМИ И НЕПОСТОЯННЫМИ, НЕЖЕЛИ В ПРОШЛОМ

Нередко архитектурная концепция подражает своего рода «урезание» традиционных конструкций; все сложнее становится дать определение архитектуры – синтез ли это или часть сложной экспрессивной модели, связанной с художественным экспериментированием и скульптурой.

Среда, создаваемая в результате архитектурного творчества, охватывает сферы труда, быта и отдыха, а ее качество, понимаемое в мировом смысле, в значительной степени определяет настроение людей, чувства и мысли, наконец, целенаправленность всего образа жизни.

В профессиональной подготовке архитектора в процессе обучения много внимания уделяется изучению типологии общественных зданий и сооружений как одного из наиболее важных разделов архитектурной науки. Типология призвана систематизировать и разрабатывать основное производство формированием домов, зданий и сооружений. Она раскрывает социальные, градостроительные, функциональные, конструктивные, экономические и архитектурно-художественные требования и параметры, создает классификацию номенклатуры зданий, устанавливает нормативы и состав помещений.

Типология определяет количественные и качественные параметры проектирования и строительства общественных зданий, соответствующих уровню развития, материальным и культурным потребностям общества [1, 2].

Включение социального фактора превращает сеть общественных зданий в систему культурно-бытового обслуживания – одну из подсистем целостных градостроительных образований.

Торгово-бытовое обслуживание является составной частью (подсистемой) общественного обслуживания. Оно призвано обеспечить удовлетворение материальных потребностей и вместе с другими видами общественного обслуживания создать благоприятную для чело-

века и общества жизненную среду. Торгово-бытовое обслуживание пронизывает все сферы жизнедеятельности человека: труд, культуру, быт и отдых, и связано это, прежде всего, с потреблением.

С учетом потребностей общества организация культурно-бытового обслуживания населения предполагает множество объектов, «рассыпанных» по ткани города, имеющих функциональные связи с обслуживаемым населением и образующих сети школ, магазинов, поликлиник и т.д. Если при проектировании отдельных объектов учитываются показатели материально-пространственной среды (вместимость, пропускная способность, экономичность, радиус пешеходной доступности и т.д.), то при формировании сети общественных зданий решающую роль играет поведение человека, групп людей, их образ жизни.

В условиях действия экономических санкций государственная программа развития сельского хозяйства России направлена на импортозамещение с использованием механизмов стимулирования роста производства основных видов сельскохозяйственной продукции и производства пищевых продуктов, поддержку развития инфраструктуры агропродовольственного рынка, обеспечение сбыта сельскохозяйственной продукции.

Исходя из данной предпосылки на кафедре архитектуры СибГИУ при активном участии студентов-архитекторов был разработан проект здания крытого рынка для устранения проблемы неструктурированной уличной торговли. Это, с одной стороны, а с другой, – здания крытого рынка по своей объемно-планировочной структуре, по общим абсолютным размерам и пропорциям обычно заметно выделяются среди городской застройки, т.е. формируют архитектуру городской среды [5].

В настоящий момент предприятия сбыта представлены набором различных, не связанных между собой торговых площадей: магазины, универмаги, супермаркеты. Из широко

представленного перечня объектов ни одно из них не удовлетворяет потребности реализации сельскохозяйственной продукции, произведенной в регионе. Поэтому до сих пор продолжает существовать ниша уличной торговли продуктами личного производства в виде множества мелких необорудованных, стихийно образованных торговых точек. В связи с этим проблема создания единого, оборудованного пространства для торговли сельскохозяйственными и бытовыми товарами является актуальной для г. Новокузнецка.

Размеры предлагаемого здания в осях $49,8 \times 49,8$ м; здание разделено на два основных этажа на отметках $\pm 0,000$ м и $+4,200$ м соответственно, имеется также технический этаж на отметке $-3,300$ м.

На первом этаже расположены основной торговый зал на 150 мест и административно-складские помещения, служба санитарного контроля, разгрузочная, зона сезонной торговли. Пространство второго этажа антресольного типа используется для предприятий бытового обслуживания (рис. 1).

За отметку $\pm 0,000$ условно принята отметка чистого пола первого этажа. Высота торговых этажей 4,2 м, технического этажа 2,7 м. Высота от уровня земли до верхней точки здания 14 м. Сообщение между этажами осуществляется

по лестнице из мелкогабаритных элементов по стальным косоурам.

Несущий остов здания представляет собой каркас из стальных колонн двутаврового сечения, опирающихся на свайный столбчатый фундамент [3, 4]. Наружные стены – ленточное остекление и сэндвич-панели с минераловатным утеплением. Междуетажные перекрытия выполнены из монолитного железобетона, перегородки – из гипсобетонных панелей с последующей отделкой (рис. 2).

Освещение здания совмещенное. Торговый зал и входные узлы освещаются за счет боковых проемов и фонаря. Служебные помещения и технический этаж освещаются искусственным светом.

Здание рынка – круглое в плане, что и продиктовало использование в качестве покрытия купол, основой которого являются стальные арки переменного сечения с опиранием на нижнее опорное кольцо и замкнутые на верхнем кольце, которое служит фонарем верхнего света. Покрытие для купола – металлочерепица. Водосток внешний организованный.

Ключевой задачей при проектировании крытого рынка была организация функционально-удобного пространства для обслуживания как покупателей, так и персонала. По нашему мнению, в каждом районе г. Новокузнецка должен быть подобный рынок (рис. 3).

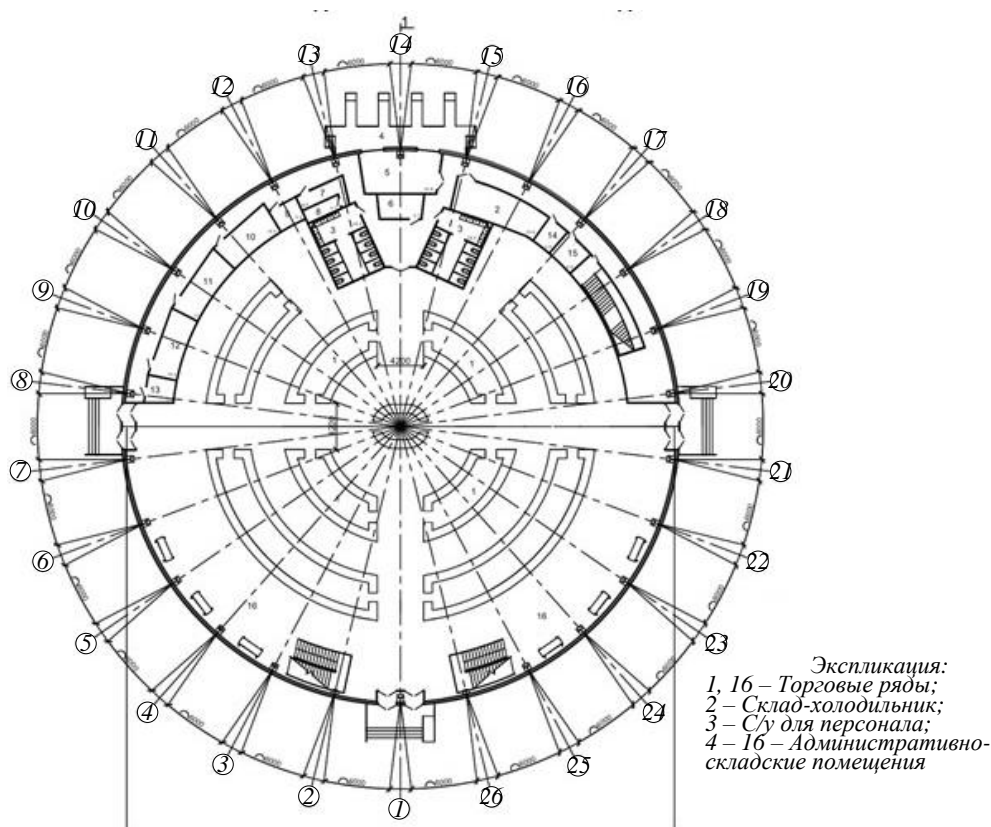


Рис. 1. План 1-го этажа

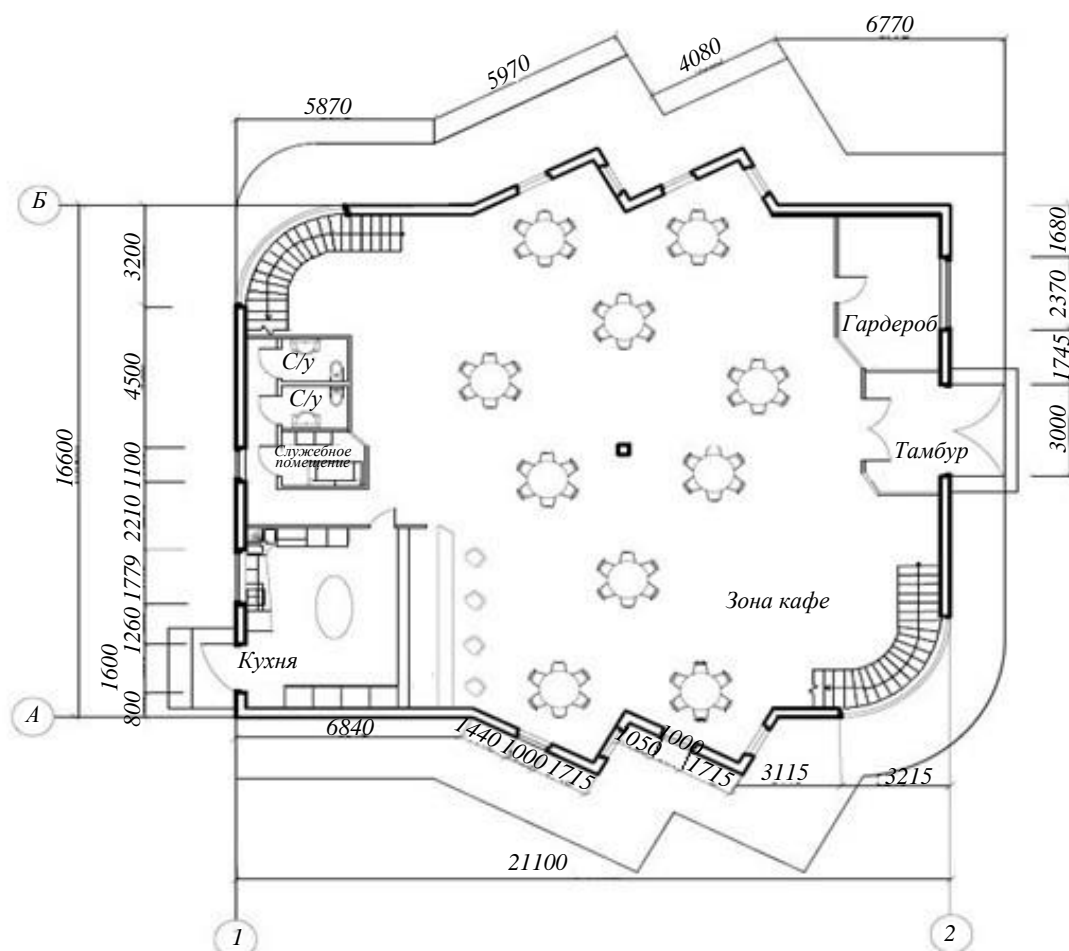


Рис. 4. Кафе-клуб. План 1 этажа

Кафе-клуб – это предприятие питания, в котором посетителей объединяет общность духовных интересов, что в конечном итоге диктует его объемно-планировочное решение.

Формообразование главных и второстепенных помещений, их сочетание строится на основе гармонизации и психофизиологических закономерностей внутреннего пространства. Применительно к конкретной задаче используется метод наиболее традиционный, основанный на четком разделении всех помещений на однородные функциональные группы, выделение ядра композиции и элементов функциональных связей. Система организации жизни в здании в этом случае соответствует внутренним пространствам.

Здание кафе-клуба имеет два этажа (высота этажа 3,6 м, длина здания 21,1 м, ширина 16,6 м, высота 10,1 м). Несущий остов здания выполнен из монолитного железобетона.

На первом этаже расположено кафе: обеденный зал, гардеробная, кухня, бар, служебное помещение и санитарные узлы (рис. 4).

На втором этаже предусмотрено разместить клубную часть: место для проведения демонстрационных мероприятий, бар и террасу (рис. 5).

Проект здания кафе-клуба удовлетворяет всем современным требованиям как с точки зрения архитектурного решения, так и с градострои-

тельной позиции. Вписанный в парковые массивы города Новокузнецка кафе-клуб может стать его украшением и архитектурной достопримечательностью (рис. 6).

Выводы. Движение и прозрачность, скорость и смещения линий – это те идеи, которые олицетворяют в наших глазах будущее и которые воплощаются в новых зданиях. Их архитектура отличается различной степенью сложности и насыщенности, но она всегда производит на окружающих поразительное впечатление. Эти строения могут стать частью городских пейзажей и неотъемлемой частью современной городской инфраструктуры г. Новокузнецка.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Свод правил. СП 118. 13330. 2012 Общие технические здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009. – М.: Госстрой России, 2012. – 9 с.
2. Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений: Учебник для ВУЗов / В.В. Адамович, Б.Г. Бархин, В.А. Варезкин и др., под общ. ред. И.Е. Рожина, А.И. Урбаха.- 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1984. – 543 с.

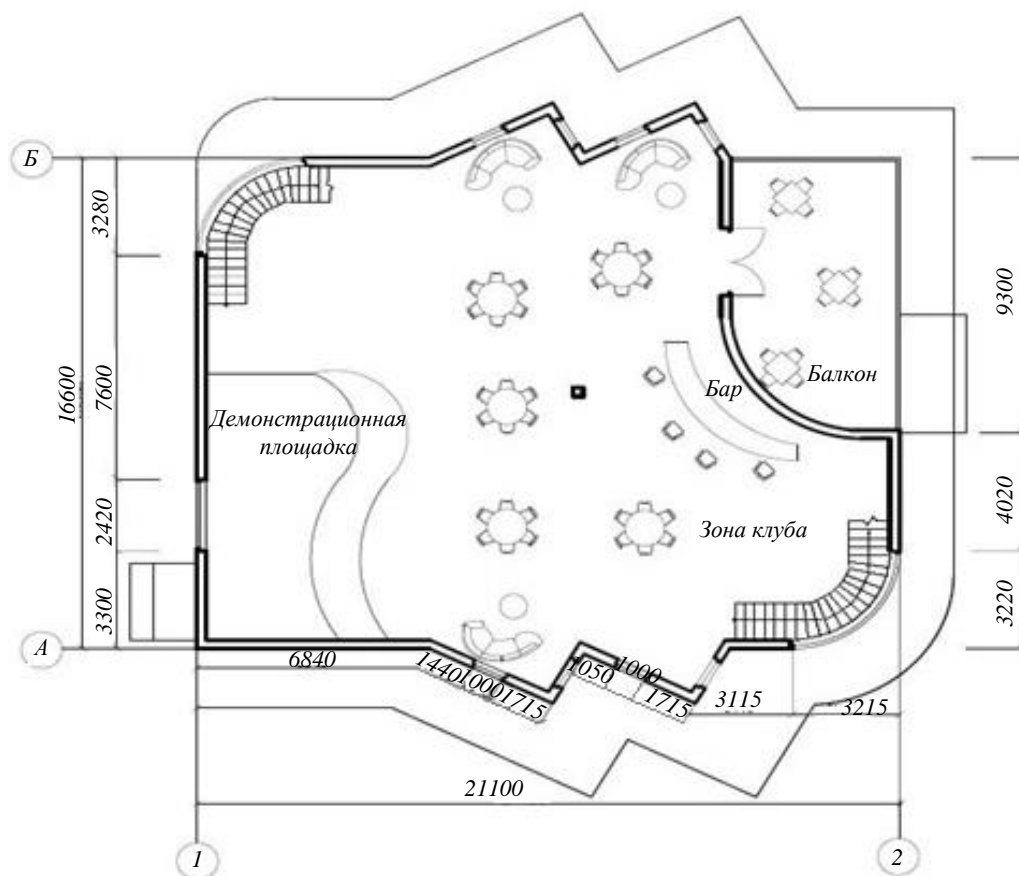


Рис. 5. План 2 этажа

3. Осипов Ю.К., Матехина О.В., Семенов А.П. Архитектурно-строительные конструкции и детали жилых зданий: Учеб. пособие. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2014. – 406 с.
4. Атлас стальных конструкций. Многоэтажные здания / Пер. с нем. Ф. Харт, В. Хенн, Х. Зонтаг. – М.: Стройиздат, 1977. – 351 с.
5. Матехина О.В., Осипов Ю.К. Градостроительная функция и художественно-композиционная роль общественных зданий в городской среде // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2016. № 1 (15). С. 31 – 33.

© 2016 г. Ю.К. Осипов
Поступила 23 сентября 2016 г.



Рис. 6. Кафе-клуб. Общий вид

И.К. Назаренко

Сибирский государственный индустриальный университет

МОРФОЛОГИЯ И ЭВРИСТИКА ГАРАЖЕЙ ДЛЯ ЛИЧНЫХ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В СУРОВЫХ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Нарастающие темпы реконструкции, реновации и реструктуризации существующих селитебных территорий и особенно организация новых поселений в северных районах Российской Федерации требуют переосмысления их объемно-пространственной структуры в части функционального наполнения наружного жилья, в частности сооружениями для хранения личных легковых автомобилей – гаражами.

Требования, предъявляемые к гаражам со стороны владельцев и невладелцев личных легковых автомобилей, достаточно исследованы (табл. 1 и 2) и опубликованы [1, 2]. В зависимости от географического положения селитебных территорий они всегда антагонистичны. Недостаточный учет, и тем более игнорирование этих требований, обуславливает практически неустранимые перекосы и ошибки: то в виде автогородков и городищ на окраинах селитебных территорий, то в виде засилия санкционированными и несанкционированными автостоянками внутриквартальных и внутриворотовых пространств.

Если в среднеполосных регионах России (Сибири, Дальнем востоке, Европейском севере) технический уровень современного парка легковых автомобилей позволяет хранить автомобили под открытым небом или в парках-палатках (этажерках без наружных ограждений), не заботясь о легкости запуска двигателей в местных экстремальных погодных условиях, то в условиях Крайнего севера такое хранение нельзя считать целесообразным и даже приемлемым. Здесь требуется гаражное хранение, причем при положительных внутренних температурах.

Для поиска площадок под строительство гаражей в настоящее время разработана и предложена специальная методика [3], в основу которой уложена всеобъемлющая морфоло-

гия гаражей для личных легковых автомобилей. В частности, в нее вошли 20 морфотипов отдельно стоящих (табл. 3) и 18 морфотипов встроенных, пристроенных и нетрадиционных (табл. 4) гаражей.

В научном аспекте исследование морфологии является системным (или, что то же – аппаратным). Оно открывает возможность квалиметрирования морфотипов в зависимости от существующих многочисленных взаимосвязей и взаимозависимостей требований к гаражам со стороны владельцев и невладелцев личных легковых автомобилей (табл. 1 и 2) и в зависимости от градуированных нормативных природно-климатических и антропогенных градостроительных условий. Определение «весовых» категорий морфотипов для условий с определенными «весовыми» коэффициентами позволило бы проектировщикам селитебных территорий (в том числе и северных) из иерархической шкалы морфотипов выбирать оптимальные. Но «квалиметрические» исследования до настоящего времени не проведены. Поэтому морфология как инструмент проектирования используется исключительно в эвристическом формате (см. строку 4 в табл. 5) и, попадая в зависимость от опыта и квалификации проектировщиков, в должной мере не отражает объективное качество морфотипа, выбранного для градостроительной разработки.

Выводы. Излагается суть эвристического метода подбора морфотипов гаражей для личных легковых автомобилей в конкретных условиях селитебных территорий. Рекомендуются разработка более точного и простого метода квалиметрирования требований, предъявляемых к гаражам со стороны владельцев и невладелцев личных легковых автомобилей в тех же условиях.

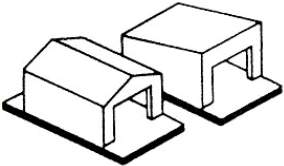
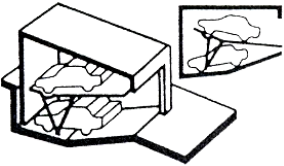
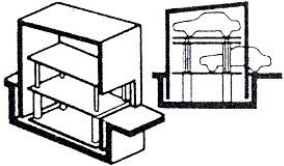
Факторы, отражающие общественные интересы при проектировании гаражей

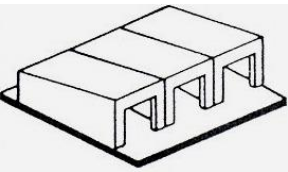
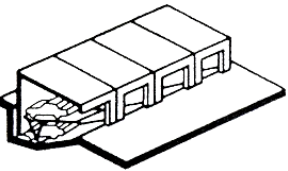
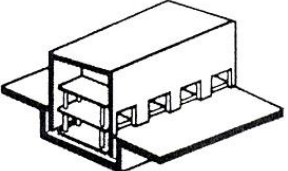
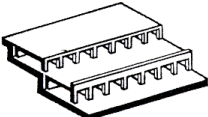
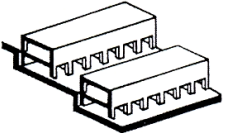
Группы факторов	Основные направления учета факторов
Формирование и экономия психофизиологического ресурса	Формирование финансового ресурса с помощью сдачи территориальных излишков в аренду. Учет мнений и предложений участников формирования или реновации застройки с гаражами для личных легковых автомобилей; разработка проектов межевания с учетом требований СНиП и градостроительного кодекса; проведение общественных обсуждений. Полное удовлетворение потребности в гаражах
Экономия территорий застройки	Сокращение удельной площади участка (на 1 автомобиль) путем использования рельефа, применения многоэтажных надземных и подземных гаражей, в том числе под зданиями и сооружениями. Строительство крупных многоэтажных гаражных комплексов, скооперированных со зданиями и сооружениями автосервиса, торговли и культурно-бытового обслуживания жителей прилегающей застройки. Использование территорий, непригодных и малопригодных для жилищного, коммунально-бытового и другого строительства, участков, находящихся в зонах санитарных вредностей или сопряженных с отводами магистральных железных и автомобильных дорог
Организация и безопасность движения транспорта и пешеходов	Организация въездов и выездов на транспортные магистрали с помощью специальных тормозных карманов без пересечения путей движения людских потоков, особенно детей и школьников. Увязка мест размещения гаражей со схемой организации движения людских и транспортных потоков на улично-дорожной сети прилегающей застройки; обеспечение требуемых условий взаимной видимости и зрительного восприятия
Экономия строительных и дорожных материалов	Сокращение расхода материалов за счет строительства безрамповых многоэтажных гаражей, гаражей манежного типа, применения облегченных конструкций и сеток колонн, оптимальных по расстановке и маневрированию автомобилей. Размещение тяжелых автомобилей в уровнях наземных этажей. Использование существующих инженерных сооружений и улично-дорожных сетей. Строительство многофункциональных общественных и производственных зданий с размещением гаражей в подвалах и ограждениях территорий. Строительство гаражей с помещениями общественного сервисного обслуживания населения
Максимальное использование существующей местной строительной базы; сокращение трудозатрат на строительство	Применение типовых и унифицированных конструкций. Применение местных строительных материалов. Применение структур гаражей с минимальными объемами помещений, требуемых для постановки автомобилей на места хранения и эвакуации; применение механизированных и автоматизированных систем
Экономия энергетических ресурсов	Сбережение электроэнергии за счет применения гаражей, не требующих принудительной вентиляции и имеющих естественное освещение. Сбережение топлива за счет обеспечения минимального пробега автомобиля от гаража до места жительства автовладельца. Сбережение тепла за счет использования тепла земли, инсоляции, трансмиссионного и конструктивного тепла, тепла работающих двигателей
Художественно-эстетическое решение застройки	Выбор оптимальных объемно-планировочных и архитектурно-композиционных решений гаражей: визуальная гармонизация экстерьеров гаражей с архитектурой жилых и общественных зданий прилегающей застройки. Благоустройство и озеленение территорий гаражей. Размещение элементов благоустройства на покрытиях гаражей
Безопасность жизнедеятельности и охрана окружающей среды	Запрещение хранения ГСМ в гаражах. Запрещение технического обслуживания и ремонта автомобилей в гаражах. Максимальное разобщение гаражей с детскими учреждениями и местами для отдыха. Использование гаражей для шумо-и ветрозащиты жилой застройки. Снижение уровня загазованности и шума путем уменьшения пробега автомобилей между гаражами и местами проживания автовладельцев. Устройство накопительных площадок около въездных узлов гаражей


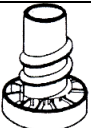
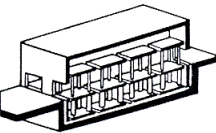
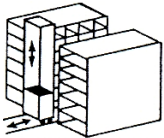
Факторы, отражающие интересы автовладельцев при проектировании гаражей

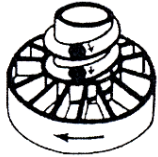
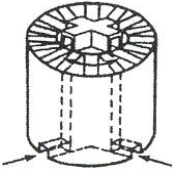

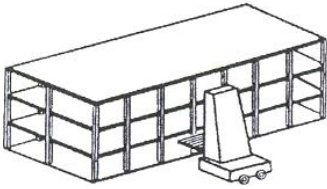
Группы факторов	Основные направления учета факторов
Сохранность автомобиля	Организация охраны гаражей манежного, манежно-боксового и боксового типов с помощью ограждений, физических лиц и охранной сигнализации
Экономия денежных средств при строительстве	Минимальные капиталовложения в простейшие многоэтажные и многоярусные гаражи с легкими ограждающими конструкциями. Применение сборно-разборных модульных и секционных динамичных гаражей заводского изготовления
Сокращение расходов на содержание гаража	Подключение гаражей к сетям централизованных систем жизнеобеспечения (отопление, водоснабжение, канализация, электроснабжение). Организация ломбардов для сезонной консервации автомобилей
Удобство пользования	Размещение гаражей в пределах пешей доступности автовладельцев. Размещение гаражей для инвалидов в непосредственной близости от мест проживания. Достаточные габаритные размеры места стояния автомобиля 2,3×5,8×2,0 м. Организация подбора пользователей по месту проживания
Возможность паритетного обмена	Унификация типов гаражей, размещаемых в различных застройках. Близость путей движения и остановок общественного транспорта
Возможность технического обслуживания и заправки ГСМ(ами) автомобиля вблизи места хранения	Размещение гаражей и зон их концентрации на участках, удобно связанных улицами и дорогами с мойками, СТО, шиномонтажными мастерскими и АЗС
Обеспечение условий для хранения инвентаря	Применение блоков боксовых гаражей (для инвалидов и в условиях малоэтажной застройки). Устройство при многоэтажных и подземных гаражах кладовых (по числу автомобилей)

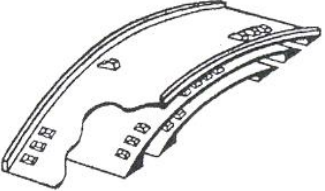

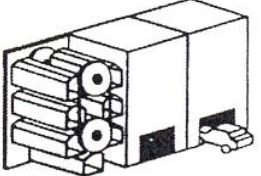
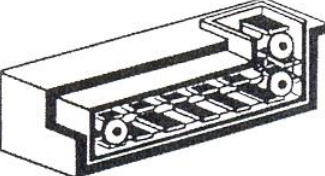
Основные морфотипы отдельностоящих гаражей

Номер морфотипа	Название морфотипа	Графическая схема морфотипа	Отношение к средней отметке поверхности земли	Этажность*	Способ перемещения**		Вид хранения	Характер ограждающих конструкций	Вместимость***	Условия содержания	Примечание
					По горизонтали	По вертикали					
1	Отдельный бокс		Надземный	Одно-этажный	С		Боксовый	Закрытый	1	Самообслуживание	
2	Бокс системы «Дуплекс»		Полуподземный		М	М			Хранение в два яруса		
3	Бокс со штабелированием автомобилей		Комбинированный		С	М			Малая, средняя		Хранение в три – четыре яруса

4	Блок отдельных боксов		Надземный	Одноэтажный	С		Боксовый	Закрытый	Малая, средняя	Самообслуживание	На автомагистралях и у железных дорог
5	Блок боксов «Дуплекс»		Полуподземный		М	М					Хранение в 2 яруса
6	Блок боксов со штабелированием автомобилей		Комбинированный		С	М					Блокировка по длинной стороне бокса, хранение в 3-4 яруса
7	Террасный однорядный		Надземный		С	С					
8	Террасный двухрядный			Средняя (2 этажа)	С	С					

9	Рамповый		Наземный	Средняя, большая	С	С	Боксовый, манежный, комбинированный	Закрытый или открытый	Средняя, большая	При вместимости до 200 – хозяйственное обслуживание, при большей – хозяйственное и техническое	Отечественные до 5-ти, 6-ти этажей; при боксовом хранении – ограждения закрытого типа
			Подземный		С	С		Закрытый			Отечественные 2-х, 3-х этажные; этажность обусловлена гидрогеологическими условиями
			Комбинированный		С	С		Открытый в наземной части, закрытый в подземной части			Этажность подземной части обусловлена гидрогеологическими условиями
10	С наклонными перекрытиями		То же, что у рампового (см. № 9)			Манежный	То же, что у рампового (см. № 9)				
11	Линейная система «Зальцгиттер» со штабелированием автомобилей		Комбинированный	Средняя	С	М		Закрытый	Средняя	Хозяйственное обслуживание	
12	Полумеханизированная система «Бауссер» (автосилос)		Наземный, подземный, комбинированный	Средняя, большая	С	М	Манежный, боксовый		Средняя, большая		

13	Полумеханизи- рованный с пово- ротными плат- формами на скатновинтовой рампе		Надземный	Средняя	С	С	Манежный	Закры- тый, от- крытый	Малая, средняя	Хозяйственное об- служивание	Въезд, выезд со стоячного места с помощью поворотной платформы на рампе обслужи- ваемой персоналом
14	Механизирован- ный с поворот- ными платфор- мами на непо- движной шахте подъемника		Надземный	Средняя	М	М	Манежный	Закры- тый, от- крытый	Малая, средняя	Хозяйственное обслуживание	
15	Механизирован- ный роторный гараж с вращаю- щейся платфор- мой подъемника				М	М					
16	Механизирован- ный гараж-полка				Средняя (до 3-х)	М					М

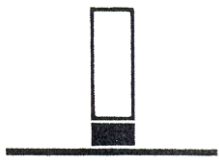
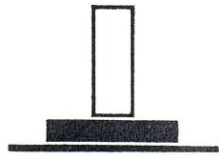
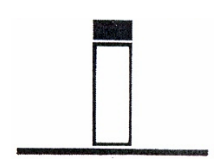
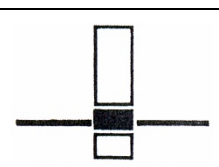
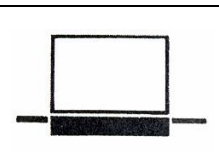
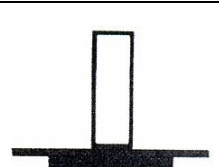
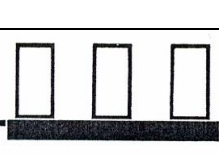
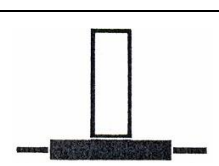
17	Гараж-мост		Надземный	Средняя	С	С	Манежный	Закры- тый	Большая	Хозяйственное обслуживание	
18	Гаражное колесо с подвешенными кабинами			-	-	-	В индивидуаль- ных кабинах	Откры- тый	Малая		Въезд и выезд из кабины – са- моходный
19	Патерностер вертикальный		Надземный комбинирован- ный	-	-	-	На индивидуаль- ных платформах или в гондолах	Закры- тый	Малая (в секции)		Вместимость может быть больш- шой за счет блокирования сек- ций
20	Патерностер горизонтальный		Подземный	-	-	-			Малая		Въезд и выезд с платформы – самоходный

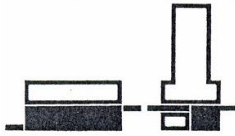
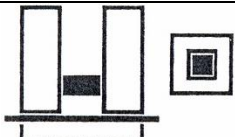










* – градация этажности: 2+5 – средняя; более 5-ти – большая

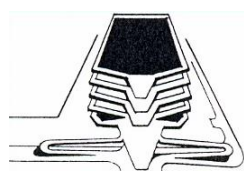
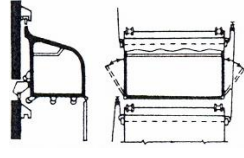
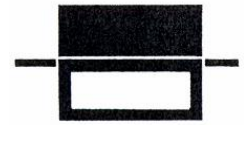
** – условные обозначения способов перемещения: С – самоходный, М – механизированный

*** – градация вместимости: до 50 машино-мест – малая; от 50 до 300 – средняя; более 300 – большая.

Основные морфотипы встроенных, пристроенных и нетрадиционных гаражей

Номер морфоти-па	Название морфотипа	Графическая схема морфотипа*	Место постройки или место, для которого выполнен проект	Этажность	Вместимость**	Функциональное назначение, сопряжение зданий, сооружений, помещений	Примечание
Встроенные							
1	Надземный нижнерасположенный в контуре здания		Чикаго, США	18	–	Жилье	–
2	Надземный под зданием и на прилегающих участках		Нью-Йорк, США	3	Большая	Жилье, учреждения торговли и бытового обслуживания	В составе разновысокого жилого комплекса
3	Надземный верхнерасположенный		Филадельфия, США	5	–	Автовокзал, торговые помещения, станции метро и скоростной железной дороги	На покрытии здания стоянки автомобилей
4	Надземный среднерасположенный		Мюнхен, Германия (проект)	2	–	Надземная часть здания – многофункциональная; подземная – железнодорожная станция	–
5	Подземный в контуре здания		Лондон, Англия	5	Большая	Жилье, выставочные помещения, театр, банкетный зал, магазин	В первом подземном этаже стоянки автомобилей
6	Подземный под зданием и прилегающими участками		Северное Чертаново, Москва, Россия	1	В составе района	Жилье, учреждения повседневного обслуживания	Район на 20,5 тыс. жителей, 1 машино-место на 2 квартиры
7	Подземный под комплексом зданий		Курбенуа, Парижский район	2	Средняя	Жилье, административные и служебные помещения	–
8	Комбинированный под зданиями и на прилегающих участках		Стокгольм, Швеция	2	Большая	Жилье, склады магазинов, озелененные холлы, кладовые домашнего инвентаря	Реконструкция квартала «Линьялен»

9	Комбинированный террасный		Майнц, Германия	2 яруса	76	Оборудование и подвальные помещения банка	Оборудован патерностером
10	Внутридворовый		Сан-Франциско, США	8	400	Гостиница (мотель), станция технического обслуживания	–
11	Встроенный между зданиями: А) подземный Б) комбинированный		Гамбург, Германия	1	73	Жилье	На покрытии газон и посадки кустарника
			Сан-Франциско, США (проект)	2	Средняя	Жилье, скоростная автодорога, склады	–
12	Тоннельный: А) под площадями, уличными проездами, автодорогами Б) под реками В) в толще скальных грунтов		Киев, Украина (проект)	3	800	Транспортные и пешеходные тоннели	Комплекс транспортных сооружений для паратранзита
			Река Сена, Париж, Франция (проект)		Большая	Скоростная автодорога, учреждения обслуживания	Комплексное использование пространства под руслом
			Зальцбург, Австрия	4		–	Экономия энергии (80-90 %) при эксплуатации, в сравнении с надземными
13	Подмостный		Москва, Россия	1	Большая	Прибрежные мостовые опоры, подпорные стенки дамб	Под прибрежными пролетными строениями, в предмостных насыпях
14	Подпорный: А) в набережных Б) на горных склонах		Москва, Россия	3	1000	Местные проезды, автомагистрали	На покрытии – видовые, прогулочные и спортивные площадки
			Перевал Большой Глекнер, Австрия	5	900	Автозаправочная мастерская ТО, электростанция, торговый павильон	Раскрыт в сторону горного ландшафта
Пристроенные							
15	Пристроенный к зданию: А) к торцу Б) по фронту	 	Гамбург, Мундсбург, Германия	5 ярусов	365	Торговый центр, конторы, жилье	На ступенчатом покрытии озеленение

Нетрадиционные							
16	Надмагистральный (эстакадный)		Остров Траншетто, Франция	8	10000	Административные помещения и сооружения для отдыха	Тупик автодороги
17	Настенный		Россия	Отдельные открытые или закрытые кабины	1	Глухие вертикальные стены зданий и сооружений различного назначения	Авторское свидетельство 711261
18	Многоцелевой комбинированный		Гамбург, Германия	4	Большая	В подземной части – гараж-бомбоубежище со специальными обслуживающими помещениями	Надземная часть – трехэтажный гараж

* – на графических схемах: гаражи отмечены заливкой; водоемы – волнистым растром; горный массив – пуантелью
 ** – градация вместимости: до 50 машино-мест – малая; от 50 до 300 – средняя; более 300 – большая

Т а б л и ц а 5

Методика предпроектного поиска площадок для строительства гаражей

Последовательность реализации компонентов методики	Компоненты методики
1	Изучение и учет факторов, отражающих общественные интересы и интересы владельцев автомобилей по таблицам 1 и 2
2	Предварительное камеральное определение площадок (максимальное количество), пригодных для размещения гаражей
3	Определение мест размещения площадок, составление карт масштаба 1:5000 размещения гаражей
4	Подбор наиболее рациональных морфотипов гаражей для площадок с помощью морфологических таблиц 3 и 4
5	Анализ участков на съемках масштаба 1:500 и в натуральных условиях
6	Определение возможного объема (мощности) гаражей по участкам строительства с помощью планировочных схем гаражей-аналогов из передовой отечественной и зарубежной практик
7	Выполнение схем генеральных планов по каждому участку на съемках масштаба 1:500
8	Утверждение площадок под размещение гаражей, предусмотренных схемами, являющееся разрешением на их дальнейшее проектирование

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гаражи и стоянки: Учеб. пособие для вузов / Под общ. ред. В.В. Шештокаса. – М.: Стройиздат, 1984. – 214 с.
2. Назаренко И.К., Васенков Д.И. Пособие по градостроительно-архитектурному предпроектному поиску площадок строительства гаражей для личных автомобилей на селитебных территориях Кемеровской области. – Новокузнецк: ОАО «Новокузнецкий полиграфкомбинат», 2006. – 45 с.
3. Васенков Д.И. Методика поиска площадок строительства гаражей для личных легковых автомобилей, основанная на системе их рациональных структур // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2007. № 7. С. 104 – 107.

© 2016 г. И.К. Назаренко
Поступила 27 апреля 2016 г.

Л.П. Мышляев¹, О.Н. Лысенко², В.В. Грачев¹, Н.Л. Лысенко¹, М.В. Шипунов³, С.В. Прокофьев²

¹ Сибирский государственный индустриальный университет

² АО «ОФ «Антоновская»

³ ООО «Научно-исследовательский центр систем управления»

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ (НА ОСНОВЕ ПОСЛЕДНИХ ДОСТИЖЕНИЙ В РАЗРАБОТКЕ ПОДОБНЫХ СИСТЕМ)¹

Первые системы автоматизации управления технологическими комплексами (САУ ТК) углеобогатительных фабрик (ОФ) нового поколения были разработаны и внедрены в начале 2000-х годов. Первой такой фабрикой была ОФ «Антоновская» (г. Новокузнецк), введенная в эксплуатацию в 2001 г. [1– 6]. По прошествии 15 лет ситуация в области автоматизации крупных промышленных комплексов существенно изменилась [7 – 10]: значительно расширились функциональные возможности систем автоматизации, появились новые более совершенные и надежные технические и программные средства, усложнилось их информационное и программное обеспечение, успешно реализуется концепция перехода от «лоскутной автоматизации» к интегрированной САУ ТК на базе единой программно-аппаратной платформы.

Очевидно, что первые действующие САУ ТК ОФ, в принципе выполняя все возложенные на них функции, во многом не соответствуют современным требованиям к системам автоматизации и нуждаются в улучшении. На примере САУ ТК ОФ «Антоновская» можно сказать, что это объясняется следующими причинами:

– персональные компьютеры диспетчера и оператора, реализованные на базе Intel Pentium и ЭЛТ-мониторов, выработали свой ресурс и не могут конкурировать с современными станциями по производительности, надежности, эргономическим и экологическим характеристикам;

– прикладное программное обеспечение, построенное на базе операционной системы QNX и SCADA-системы RealFlex, не обеспе-

чивает в полной мере функциональные возможности современных САУ ТК;

– возможности быстрой корректировки прикладного программного обеспечения ограничены (в частности, при редактировании графических элементов, при написании скриптов) из-за невозможности использования популярных библиотек программирования DDL, готовых управляющих элементов ActiveX, протоколов обмена информацией OPC, DDE, COM/DCOM;

– не осуществляется централизованный сбор и хранение всех производственных данных, необходимых для анализа и эффективного управления промышленным комплексом (данных о работе оборудования; произошедших событиях, повлекших простой оборудования или создание аварийной ситуации; данных о действиях персонала);

– существующая САУ ТК реализует принцип «лоскутной автоматизации». Для решения производственных задач ОФ (визуализация, хранение предыстории, построение отчетов) задействовано большое число программных продуктов от разных производителей, для согласованной и эффективной работы которых требуется использовать множество разнообразных интерфейсов и протоколов;

– отсутствует возможность построения интегрированной системы на базе единой программно-аппаратной платформы – MES (Manufacturing Execution System – система управления производством).

Этапы модернизации САУ ТК. В связи с этим, опираясь на опыт создания и эксплуатации подобных систем в последние годы, предлагается произвести модернизацию верхнего уровня действующих САУ ТК с целью устранения перечисленных недостатков, а также для расширения функциональных возможностей системы.

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, по проекту № 15-07-01972.

Модернизацию верхнего уровня САУ ТК следует осуществлять поэтапно, параллельно работе действующей системы без остановки основного производства.

На первом этапе модернизации развертывается станция разработчика (инженерная станция) и вводится в действие сервер предыстории. Производится конфигурирование сервера предыстории, настройка драйверов ввода/вывода, отладка проектов для АРМ диспетчера и оператора погрузки. Сервер предыстории осуществляет хранение собранных производственных данных, поступающих с контроллеров нижнего уровня. При этом сбор данных для сервера производится параллельно с их сбором для действующих диспетчерских станций.

На втором этапе в систему вводятся АРМ диспетчеров. В процессе развертывания, настройки и конфигурирования АРМ управление технологическим комплексом ОФ осуществляется действующими диспетчерскими станциями.

На третьем этапе вводится в действие АРМ оператора погрузки. В процессе его развертывания, настройки и конфигурирования управление технологическим комплексом погрузки осуществляется действующей станцией оператора погрузки.

Управление технологическим комплексом ОФ и комплексом погрузки передается на новые АРМ лишь после полного завершения всех этапов пуско-наладочных работ.

Модернизация верхнего уровня САУ ТК позволит расширить функциональные возможности системы, повысить удобство, безопасность и эффективность работы оперативно-диспетчерского персонала, организовать платформу для создания интегрированной системы

класса MES и, как следствие, увеличить потенциал для дальнейшего развития САУ ТК.

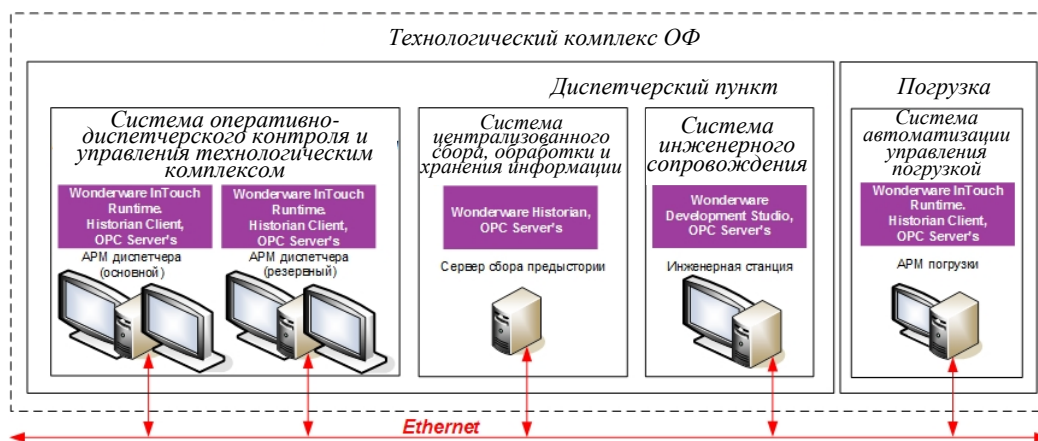
Техническое обеспечение. На рисунке показана предлагаемая техническая структура верхнего уровня САУ ТК ОФ. Аппаратная реализация системы выполняется на базе персональных компьютеров и сервера корпорации Hewlett-Packard.

Система автоматизации оперативно-диспетчерского контроля и управления технологическим комплексом комплектуется двумя АРМ диспетчера (основной и резервный), реализованными на базе персональных компьютеров HP серии Z440 с двумя жесткими дисками на 1 Тб, объединенными в RAID-массив для исключения потери работоспособности в случае выхода из строя одного из накопителей. Каждый АРМ оснащен двумя 30" LCD-мониторами.

В штатном режиме работы функционируют оба АРМ диспетчера. Архитектура «горячего» резервирования в сочетании с использованием RAID-массива обеспечивает повышенную отказоустойчивость системы и сохранность данных.

Система централизованного сбора, обработки и хранения информации представляет собой сервер предыстории, который реализован на базе HP Proliant DL320G8 с процессором XEON и жесткими дисками на 1 Тб, объединенными в RAID-массив для исключения потери данных в случае выхода из строя одного из накопителей.

Сервер предыстории располагается в существующем серверном шкафу ОФ. Для первоначальной настройки сервера и его локального администрирования в серверный шкаф также устанавливается консоль управления HP Console TFT7600 и аналоговый переключатель HP Server Console Switch.



Техническая структура верхнего уровня САУ ТК ОФ

Система инженерного сопровождения представляет собой инженерную станцию, реализованную на базе персонального компьютера HP серии Z440 с одним 30" LCD-монитором. Станция укомплектована двумя жесткими дисками на 1 Тб, объединенными в RAID-массив для исключения потери данных в случае выхода из строя одного из накопителей.

Система автоматизации управления погрузкой комплектуется АРМ оператора погрузки, который реализуется на базе персонального компьютера HP серии Z440 с одним 24" LCD-монитором; АРМ оператора погрузки укомплектован двумя жесткими дисками на 1 Тб, объединенными в RAID-массив для исключения потери работоспособности в случае выхода из строя одного из накопителей.

Обмен данными между компонентами системы осуществляется посредством действующей информационной сети *Ethernet*.

Программное обеспечение. В качестве базового программного обеспечения выбрана SCADA-система Wonderware InTouch и сервер предыстории Wonderware Historian компании Invensys – структурного подразделения корпорации Schneider Electric (Франция) и OPC-серверы компании Kerware (США).

Компания Invensys является ведущим разработчиком программных продуктов для создания автоматизированных систем, управляющих технологическими и производственными процессами всех уровней предприятия. Уже более 20 лет программные продукты Wonderware применяются в России для создания программного обеспечения АСУ ТП, а также систем управления производством и представляют собой программный пакет класса MES (Manufacturing Execution System).

Программное обеспечение от Schneider Electric строится по модульному принципу и является максимально открытым, то есть позволяет осуществить сопряжение с различными продуктами других фирм с использованием мощного и универсального скриптового языка, а также встраивания готовых компонентов, в том числе и ActiveX компонентов.

Базовое программное обеспечение верхнего уровня САУ ТК включает в себя следующие программные продукты:

- серверы ввода-вывода (OPC Server's Kerware);
- средства визуализации данных (SCADA-система Wonderware InTouch Runtime);
- средства хранения данных предыстории (сервер предыстории Wonderware Historian);

– программное обеспечение разработки и сопровождения системы (Wonderware Development Studio).

Сервер ввода-вывода. Все производственные данные из подсистемы нижнего уровня собираются посредством OPC-серверов – OPC Server's Kerware, которые позволяют клиентским приложениям (таким, как SCADA-система, сервер предыстории) получать в реальном времени доступ к данным программируемых логических контроллеров. Также OPC-серверы реализуют коммуникации с устройствами сторонних производителей, поддерживающими протоколы Modbus и Modbus TCP, и обеспечивают простые, открытые и прозрачные коммуникации между программными приложениями и аппаратурой, интегрируя в себе все последние спецификации OPC Foundation: OPC-DA, .NET API interface, OPC XML-DA.

Средства визуализации. Для отображения данных о текущем состоянии технологического комплекса в целом и каждой единицы оборудования в частности (выдачи команд управления комплексом и отдельными единицами оборудования), а также для обеспечения возможности анализа накопленных данных на АРМ диспетчера устанавливается SCADA-система Wonderware InTouch Runtime на 60000 тегов ввода-вывода. На АРМ оператора погрузки устанавливается SCADA-система Wonderware InTouch Runtime на 3000 тегов.

Средства хранения предыстории. Специализированный сервер обеспечивает сбор данных с контроллеров нижнего уровня, систем оперативно-диспетчерского контроля и управления технологическими комплексами. Все производственные данные (сведения о технологических параметрах и работе оборудования, произошедших событиях, действиях оперативно-диспетчерского и производственно-технического персонала) собираются с помощью OPC-серверов и архивируются в специализированном сервере предыстории Wonderware Historian.

Система централизованного сбора, обработки и хранения информации предоставляет технологические и производственные данные в систему автоматизации оперативно-диспетчерского контроля и управления технологическими комплексами (на АРМ диспетчера, на АРМ оператора погрузки) в любом требуемом и удобном для восприятия виде (графики, таблицы, диаграммы) с помощью клиентского приложения Wonderware Historian Client.

Информация о динамике параметров управляемых технологических процессов и состоянии оборудования предоставляется для различных интервалов времени, с различной степенью детализации и используется при построении разнообразных отчетов.

На сервер предыстории, функционирующий на базе операционной системы Windows Server, устанавливается лицензия Wonderware Historian на 5000 тегов.

Программное обеспечение разработки и сопровождения системы. Инструментальная система Wonderware Development Studio обеспечивает поддержку изменений информационного и прикладного программного обеспечения САУ ТК ОФ, а также решение задач производственно-исследовательского характера. Необходимость выполнения этих работ возникает в связи с изменениями технологического регламента, состава объектов контроля и управления в процессе выполнения пусконаладочных работ, опытной эксплуатации и отработки технологических режимов, а также в связи с дальнейшим расширением состава задач и автоматизируемых функций контроля и управления технологическими и производственными процессами обогатительной фабрики.

В последующем разработанное на инженерной станции прикладное программное обеспечение переносится на соответствующие узлы САУ ТК по информационной сети.

Интерфейс разработки инженерной станции интуитивно понятен и полностью поддерживает принцип WYSIWYG (WhatYouSeesIsWhatYouGet – что есть на экране инженерной станции, то будет и на экране удаленной станции), то есть все, что создается на экране инженерной станции при помощи соответствующего программного обеспечения, будет выглядеть точно так же и на экране удаленной станции.

Программное обеспечение от Schneider Electric функционирует на базе операционной системы Windows. Подтверждение его лицензирования осуществляется с помощью аппаратных USB-ключей.

Выводы. Представленные решения позволяют без значительных затрат и в кратчайшие сроки производить модернизацию верхнего уровня системы автоматизации управления технологическими комплексами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- И в у ш к и н А.А., К и с е л е в С.Ф., М ы ш л я е в Л.П. Системы автоматизации углеобогачительных фабрик: Монография. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2004. – 232 с.
- С а з ы к и н Г.П., С и н е о к и й Б.А., М ы ш л я е в Л.П. Проектирование и строительство углеобогачительных фабрик нового поколения. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2003. – 127 с.
- Автоматизация управления углеобогачительными фабриками / Л.П. Мышляев, С.Ф. Киселев, А.А. Ивушкин и др. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2003. – 304 с.
- О с ь к и н С.И., М ы ш л я е в Л.П., С а з ы к и н Г.П., К и с е л е в С.Ф. и др. Особенности разработки и реализации проекта ОФ «Антоновская». – В кн.: Перспективные технологии разработки и использования минеральных ресурсов: Труды VII Международной научно-практической конференции. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2001. С. 237 – 239.
- Системы автоматизации на основе натурно-модельного подхода: Монография в 3-х т. Т. 2. Системы автоматизации производственного назначения / Л.П. Мышляев, А.А. Ивушкин, Г.П. Сазыкин и др.; под ред. Л.П. Мышляева. – Новосибирск: Наука, 2006. – 483 с.
- Алгоритмы и системы автоматизации управления объектами угольной промышленности. Монография / А.А. Ивушкин, Л.П. Мышляев, К.Г. Венгер и др. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2008. – 116 с.
- Планирование создания и испытание автоматизированных промышленных комплексов (на примере углеобогачительных фабрик): Учеб. пособие / А.А. Ивушкин, В.В. Грачев, Л.П. Мышляев, К.Г. Венгер. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2012. – 105 с.
- Г р а ч е в В.В., Ш и п у н о в М.В., И в у ш к и н К.А., Ц и р я п к и н а А.В. Особенности разработки информационного обеспечения систем автоматизации углеобогачительных фабрик нового поколения. – В кн.: Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды X Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2015. С. 90 – 95.
- Г р а ч е в В.В., Ш и п у н о в М.В. Программное обеспечение систем автоматизации управления промышленными комплексами. – В кн.: Автоматизированный электропривод и промышленная электроника в металлургической и горно-топливной отраслях: Труды Шестой Всероссийской научно-практической конфе-

ренции. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2014. С. 226 – 232.

10. И в у ш к и н К.А., Г р а ч е в В.В., М ы ш л я е в Л.П., Ц и р я п к и н а А.В., К и с е л е в С.Ф. Современная система автоматизации управления углеобогащательной фабрики. – В кн.: Научно-технические разработки и использования минеральных ресурсов: Сб. науч. статей / Под общ. ред. В.Н. Фрянова. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2015. С. 203 – 211.

© 2016 г. Л.П. Мышляев, О.Н. Лысенко, В.В. Грачев, Н.Л. Лысенко, М.В. Шипунов, С.В. Прокофьев
Поступила 26 августа 2016 г.

УДК 681.51

Л.П. Мышляев¹, В.Ф. Евтушенко¹, В.Н. Бурков², К.А. Ивушкин³, Г.В. Макаров¹

¹Сибирский государственный индустриальный университет

²Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН

³ОК «Сибшахтострой»

РАЗВИТИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ С ПРОГНОЗИРУЮЩИМИ ФИЗИЧЕСКИМИ МОДЕЛЯМИ¹

Одним из эффективных вариантов систем управления, функционирующих в условиях неопределенности, вызванной отсутствием математической модели внутренних механизмов процессов и наличием действующих неконтролируемых возмущений, являются системы с прогнозирующими физическими моделями. Физические модели в этих системах могут быть представлены, в частности, действующими установками с протекающими в них технологическими процессами преобразования энергии и вещества. Прогнозирующий режим функционирования таких физических моделей, которые являются, как правило, малоразмерными, обеспечивается ускоренным временем протекания технологического процесса [1]. Физической моделью можно считать также и коллектив специалистов – экспертов, участвующих в деловой игре и имитирующих соответствующие процессы в социальных или социально-экономических системах.

Несмотря на возможные различия физической природы объектов и моделей, решаемых задач управления и других общей их структурной особенностью является наличие взаимодействующих друг с другом модельной и натурной систем управления. Причем для

успешного функционирования системы управления в целом они должны быть подобны [2].

Необходимость подобия натурной и модельной систем при разработке, исследовании и сопровождении систем управления с прогнозирующей физической моделью в доступных нам публикациях, в том числе и в работе [1], не отмечается. Кроме того, результаты проведенного анализа этих публикаций [2] показали, что практически отсутствуют и общие разработки по проблеме подобия систем управления в целом и их отдельных элементов. В последнее время в этом направлении начаты работы по оцениванию, исследованию и управлению подобием систем управления [2 – 8]. Полученные здесь предварительные результаты, в частности, связанные с основными утверждениями, условиями и показателями подобия систем управления в целом, совместным подобием объектов управления и внешних воздействий, управлением подобием систем, позволяют надеяться на их дальнейшее развитие, в том числе и в области практических приложений.

Типы систем управления с прогнозирующей физической моделью

Рассмотрим два возможных типа систем управления с использованием физической модели управляемого объекта [3]. В системах первого типа (рис. 1) натурная и модельная системы управления функционируют парал-

¹ Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ, проект № 15-07-02231.

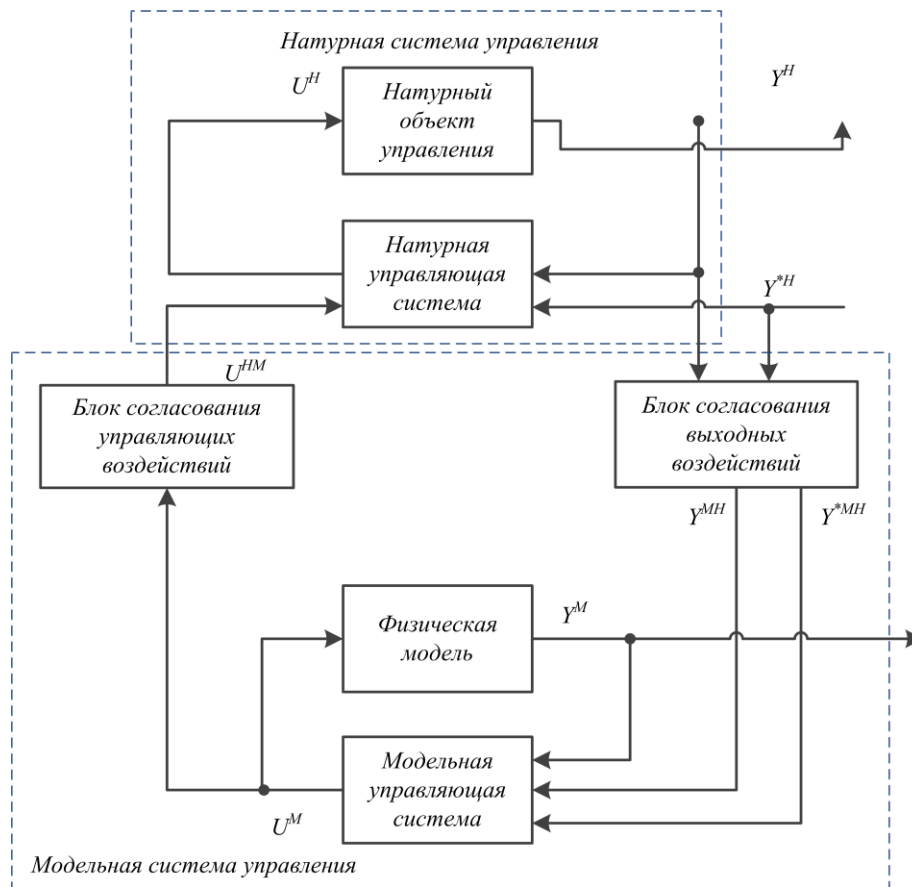


Рис. 1. Структура системы первого типа

тельно, а результаты выработки модельных управляющих воздействий после их соответствующего пересчета передаются в управляющую часть натурной системы, например, в виде советов. На рис. 1 приняты обозначения: U и Y – векторы управляющих и выходных воздействий; надстрочные индексы обозначают: «н» – натурное, «м» – модельное, * – задающее воздействия; «нм» – пересчитанное для натурального объекта модельное управляющее воздействие; «мн» – пересчитанное для физической модели натурное выходное воздействие. Такая схема взаимодействия натурной и модельной систем управления имеет место при решении различного рода исследовательских задач, требующих использования физических моделей.

Ко второму типу относятся системы управления с физической прогнозирующей моделью, отличительной особенностью которых является то, что модельная система представляет собой составную часть натурной системы управления, непосредственно встроенную в ее управляющую систему (рис. 2). В общем виде условие подобия такой системы может быть записано в виде следующего соотношения:

$$\varphi^H \cup f^H \equiv \phi(\varphi^M \cup f^M), \quad (1)$$

где φ^H , φ^M – математические модели возмущенного движения – каналов преобразования отклонений относительно опорных уровней входных в соответствующие отклонения выходных воздействий объекта управления и его физической модели; f – алгоритм управления; ϕ – функция согласования по времени и координатам; \cup – символ объединения; \equiv – равенство по определению.

При выполнении условия (1) алгоритм управления f^H равен

$$\varphi^H = \phi \frac{\varphi^M f^M}{1 + \varphi^M f^M}. \quad (2)$$

Тогда выражение (1) можно записать

$$\varphi^H \cup \phi \frac{\varphi^M f^M}{1 + \varphi^M f^M} = \phi(\varphi^M \cup f^M). \quad (3)$$

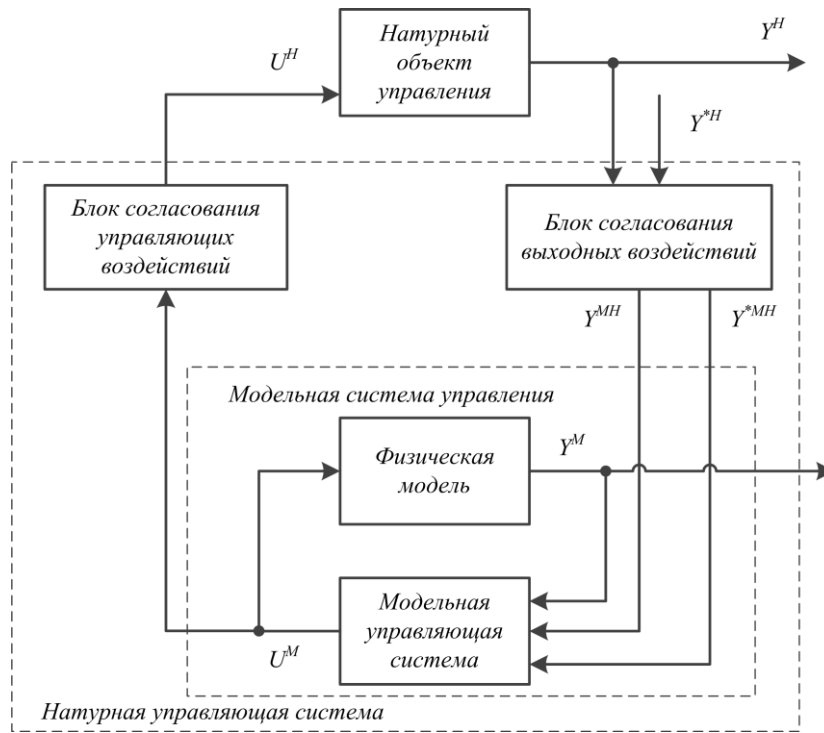


Рис. 2. Структура системы второго типа

Конкретизируя в соответствии с рис. 2 объединение \cup , получим

$$\frac{\varphi^i \phi \frac{\varphi^m f^m}{1 + \varphi^m f^m}}{1 + \varphi^m \phi \frac{\varphi^m f^m}{1 + \varphi^m f^m}} = \phi \frac{\varphi^m f^m}{1 + \varphi^m f^m}. \quad (4)$$

Из условия (4) с учетом ограничений на устойчивость натуральных и модельных систем можно получить аналитические выражения для пересчета модельных значений воздействий в их натурные значения и наоборот.

Структура системы управления с прогнозирующей физической моделью

Учитывая результаты отмеченных исследований, применительно к системам второго класса развита структура системы управления с прогнозирующей физической моделью, представленная на рис. 3. В ней приняты следующие обозначения: \square – элементы натурной системы управления; \rightarrow – информационные воздействия; \cup – измерительные блоки, включая неполноту контроля и ошибки измерения; \ominus – исполнительные блоки, включая ошибки реализации управляющих сигналов; \square – элементы модельной системы управления; \Rightarrow – материальные и энергетические воздействия натурального объекта; \Rightarrow – материальные и энергетические воздействия физической модели; \square – расчетные блоки обра-

ботки данных; $Z = \{U; W; Y; S\}$ – управляющие, внешние, выходные воздействия и переменные состояния; t и i – непрерывное и дискретное время соответственно; δ – приращения, отклонения воздействий; $(i_{0j}; i_{0j} + H_j)$ – интервал прогнозирования на j -м цикле управления; надстрочные индексы «D», «O», «ф», «к», «оф» означают принадлежность, соответственно, к действительным значениям воздействий, натурному объекту управления, его физической модели, корректирующим воздействиям, значениям воздействий натурального объекта, пересчитанных в масштаб воздействий его физической модели; подстрочные индексы «к», «пр», «l» означают принадлежность к контролируемым, приведенным к выходу воздействиям и к началу цикла технологического процесса, соответственно.

При формировании структуры системы управления ориентировались на следующие положения.

1. Натурная и модельная системы управления являются подобными, т.е. удовлетворяют требуемым показателям и условиям подобия [3].

2. Приведенные к выходу объекта возмущающие воздействия $\delta Y_{пр}(i)$, являющиеся интегральной оценкой неконтролируемых возмущений, выраженные в масштабе изменения выходных воздействий [9], содержат низкочастотные составляющие, что позволяет экстраполировать их на конечный интервал времени.

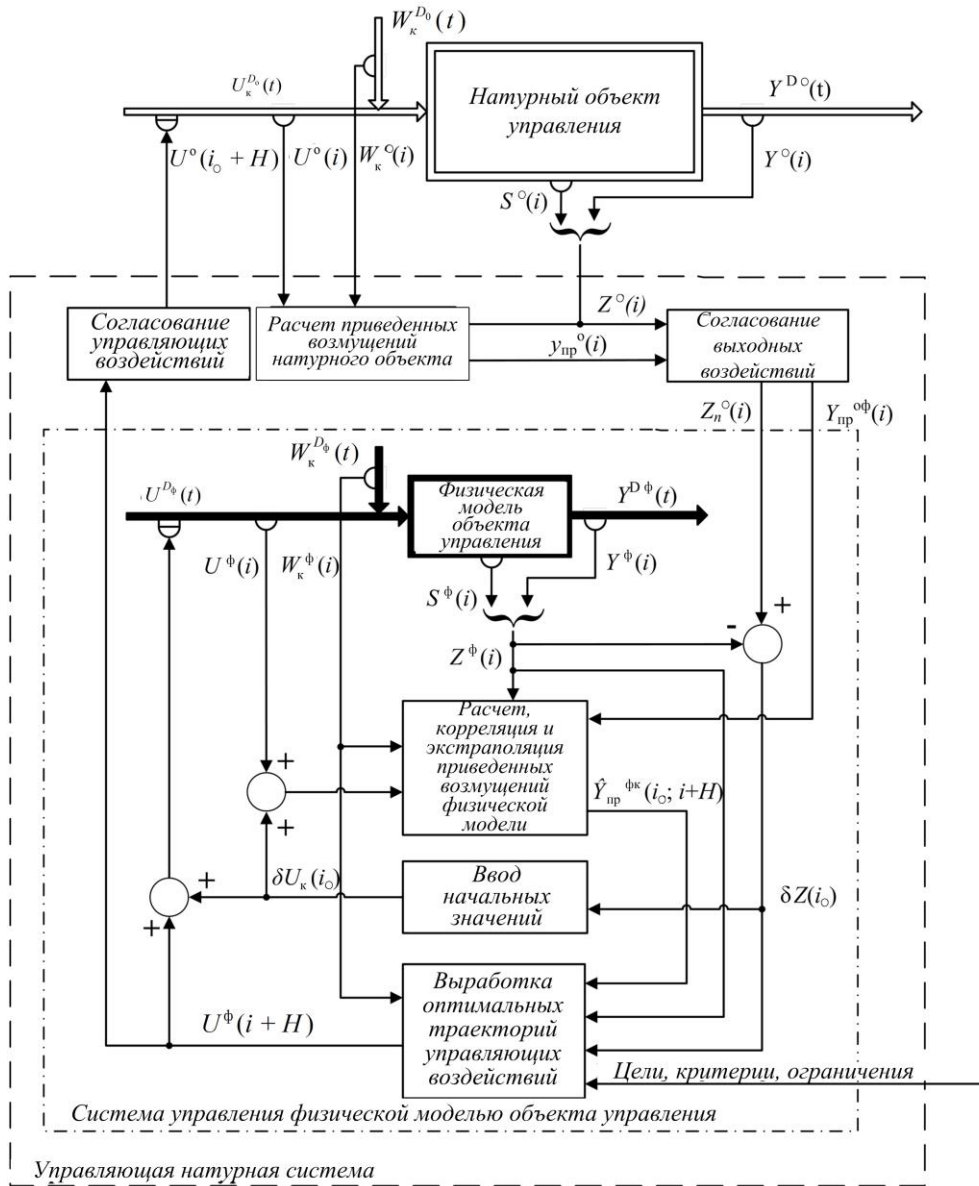


Рис. 3. Система управления с физической прогнозирующей моделью

3. Процесс управления объектом разбит на циклы управления, длительность каждого из которых ΔT_j ($j=1, J$) ограничивается сверху допустимой дискретностью управления, а снизу – допустимым коэффициентом ускорения времени для физической модели с учетом длительности интервала оптимизации. Число циклов управления J определяется на интервале времени, соответствующем длительности управляемого процесса для циклического, либо пропорциональном памяти системы для непрерывного объекта управления.

В состав системы управления входят как натуральный объект управления, так и его физическая модель, воспроизводящая в ускоренном масштабе времени управляемый процесс, подобный процессу натурального объекта, и совокупность программно-технических средств для реализации требуемых функций управления, в

том числе и для установления соответствия между воздействиями и состояниями натурального объекта и его физической модели.

Функционирование системы

Описание функционирования системы управления с прогнозирующей физической моделью выполним с использованием укрупненной структурной схемы алгоритма, представленной на рис. 4. Логика функционирования алгоритма соответствует схеме системы управления, приведенной на рис. 3. В алгоритме для каждого j -го цикла управления предусматривается реализация следующих основных функций.

1. *Ввод и проверка достоверности исходных данных.* Состояние натурального объекта управления и его физической модели на каждом j -м цикле управления оценивается соответ-



Рис. 4. Укрупненная схема алгоритма управления с прогнозирующей физической моделью

ственно на основе данных об изменении входных значений $Z_1^o(i_j); Z_1^\Phi(i_j)$

$$Z_1^o(i_j) = \{U^o(i_j); W_k^o(i_j)\}; Z_1^\Phi(i_j) = U^\Phi(i_j); W_k^\Phi(i_j), i_{0j} \leq i_j \leq i_{mj}, \quad (5)$$

выходных воздействий и переменных состояний $Z_2^o(i_j); Z_2^\Phi(i_j)$

$$Z_2^o(i_j) = \{Y^o(i); S^o(i)\}; Z_2^\Phi(i_j) = \{Y^\Phi(i); S^\Phi(i)\}, i_{0j} \leq i_j \leq i_{mj}, \quad (6)$$

$$Z^o(i_j) = \{Z_1^o(i_j); Z_2^o(i_j)\}; Z^\Phi(i_j) = \{Z_1^\Phi(i_j); Z_2^\Phi(i_j)\}, i_{0j} \leq i_j \leq i_{mj}, \quad (7)$$

где подстрочный индекс «т» означает конец цикла управления.

При вводе этих данных в процессе функционирования системы управления целесообразно предусмотреть автоматический и ручной режимы. Проверка достоверности должна включать как типовые операции, так и учитывающие особенности объекта управления и конкретику реализуемых функций [10].

2. *Согласование значений выходных воздействий и переменных состояния натурального объекта и его физической модели.* Натурный

объект управления и его физическая модель функционируют в различных координатных и временных масштабах. Поэтому для эффективного функционирования системы необходимо наряду с подобием натурной и модельной систем управления согласовать между собой траектории изменения выходных воздействий и переменных состояния натурального объекта и его физической модели. Такое согласование можно обеспечить за счет преобразования значений $Z_2^o(i_j)$, в частности с помощью функции масштабирования $F_m^z\{\cdot\}$, в масштаб изменения значений выходных воздействий физической модели $Z_2^{o\phi}(i_j)$:

$$Z_2^{o\phi}(i_j) = F_m^z\{Z_2^o(i_j)\}, i_{0j} \leq i_j \leq i_{mj}. \quad (8)$$

Полученные в результате преобразования (8) значения $Z_2^{o\phi}(i_j)$ изменяются в одном и том же диапазоне значений и масштабе времени, что и значения $Z_2^\phi(i_j)$ физической модели.

3. *Корректировка начальных условий физической модели.* В начале каждого цикла управления значения $Z_2^{o\phi}(i_j)$ и $Z_2^\phi(i_j)$ сравниваются и рассчитывается их отклонение

$$\delta Z_2^k(i_{0j}) = Z_2^{o\phi}(i_{0j}) - Z_2^\phi(i_{0j}). \quad (9)$$

Если $\delta Z_2^k(i_{0j}) \neq 0$, то осуществляется расчет и реализация корректирующих управляющих воздействий $\delta U^{\phi k}(i_{0j})$:

$$\delta U^{\phi k}(i_{0j}) = f^k\{\delta Z_2^k(i_{0j})\}, \quad j = \overline{1, J}, \quad (10)$$

где $f^k\{\cdot\}$ – алгоритм корректирующего управления начальными условиями физической модели (для j -го цикла управления) с целью приведения значений ее выходных воздействий и переменных состояния $Z_2^{\phi k}(i_{0j})$ до уровня, соответствующего (с точностью до погрешностей контроля и исполнения управляющих команд) значениям натурального объекта.

В частности, корректировка начальных условий j -го цикла управления физической модели может осуществляться также путем изменения длительности цикла управления, например в соответствии с алгоритмом

$$\Delta\tau(i_{0j}) = \begin{cases} k_1\delta Z(i_{0j}) & \text{при } \delta Z(i_{0j}) \leq 0; \\ k_2\delta Z(i_{0j}) & \text{при } \delta Z(i_{0j}) \geq 0, \end{cases} \quad (11)$$

где $\Delta\tau(i_{0j})$ – корректировка длительности j -го цикла управления физической модели; k_1 и k_2 – пересчетные коэффициенты, выбираемые эмпирически.

4. *Оценивание, корректировка и экстраполяция натуральных и модельных значений приведенных к выходу возмущений.* После корректировки начальных условий и приведения физической модели в состояние, эквивалентное (с учетом масштабных преобразований) состоянию натурального объекта, физическая модель функционирует в ускоренном по отношению к реальному объекту масштабе времени на j -м цикле управления. Выработка траекторий управляющих воздействий $U^\phi(i_j; i_j + h_j)$ осуществляется на j -м цикле управления с использованием предварительно согласованных в блоке 2 данных об изменении $Y^\phi(i_j)$, $S^\phi(i_j)$, $W_k^\phi(i_j)$, а также с учетом приведенных к выходу физической модели возмущений $\delta Y_{np}^\phi(i_j)$. Оценивание, корректировка и экстраполяция последних осуществляется по следующей схеме.

Первоначально в блоке расчета приведенных возмущений физической модели на основе значений о ее воздействиях $Y^\phi(i_j)$, $S^\phi(i_j)$, $W_k^\phi(i_j)$, $U^\phi(i_j)$, а также сигнала $\delta U^k(i_{0j})$, осуществляется расчет значений $\delta Y_{np}^\phi(i_j)$ в соответствии со следующим выражением:

$$\delta Y_{np}^\phi(i_j) = Y^\phi(i_j) - Y_0^\phi(i_j) - \varphi_s^\phi\{\delta S^\phi(i_j)\} - \varphi_u^\phi\{\delta U^\phi(i_j)\} - \varphi_w^\phi\{\delta W_k^\phi(i_j)\} - \varphi_u^\phi\{\delta U^{\phi k}(i_{0j})\}, \quad (12)$$

где $Y_0^\phi(i_j)$ – опорный уровень выходных воздействий физической модели; $\varphi_s^\phi\{\cdot\}$; $\varphi_u^\phi\{\cdot\}$; $\varphi_w^\phi\{\cdot\}$ – математические модели каналов преобразования физической модели, отражающие влияние отклонений состояний $\delta S^\phi(i_j) = S^\phi(i_j) - S_0^\phi(i_j)$, управляющих воздействий, в том числе и корректирующих $\delta U^\phi(i_j) = U^\phi(i_j) - U_0^\phi(i_j)$, контролируемых возмущений $\delta W_k^\phi(i_j) = W_k^\phi(i_j) - W_{k0}^\phi(i_j)$ (относительно их соответствующих опорных уровней $S_0^\phi(i_j)$, $U_0^\phi(i_j)$, $W_{k0}^\phi(i_j)$) в соответствующие отклонения выходных воздействий физиче-

ской модели $\delta Y_s^\Phi(i_j)$; $\delta Y_u^\Phi(i_j)$; $\delta Y_w^\Phi(i_j)$. При этом предполагается, что $Y^\Phi(i_j) = Y_0^\Phi(i_j) + \delta Y_s^\Phi(i_j) + \delta Y_u^\Phi(i_j) + \delta Y_w^\Phi(i_j)$, а $\delta Y^\Phi(i_j) = \Phi_u^\Phi \{ \delta U^\Phi(i_j) + \delta U^{\Phi\kappa}(i_{0j}) \}$.

Аналогичным образом при расчете приведенных к выходу натурального объекта возмущений на основе данных о $Y^\circ(i_j)$, $S^\circ(i_j)$, $W_\kappa^\circ(i_j)$, $U^\circ(i_j)$ и математических моделей $\Phi_s^\circ \{ \cdot \}$; $\Phi_u^\circ \{ \cdot \}$; $\Phi_w^\circ \{ \cdot \}$, каналов преобразования отклонений переменных состояния $\delta S^\circ(i_j)$, управляющих воздействий $\delta U^\circ(i_j)$ и контролируемых возмущений $\delta W_\kappa^\circ(i_j)$, в отклонения выходных воздействий рассчитываются приведенные к выходу натурального объекта возмущения $\delta Y_{\text{пр}}^\circ(i_j)$ по следующему выражению:

$$\delta Y_{\text{пр}}^\circ(i_j) = Y^\circ(i_j) - Y_0^\circ(i_j) - \Phi_s^\circ \{ \delta S^\circ(i_j) \} - \Phi_u^\circ \{ \delta U^\circ(i_j) \} - \Phi_w^\circ \{ \delta W_\kappa^\circ(i_j) \}. \quad (13)$$

Эти значения преобразуются с помощью функции масштабирования $F_M^y \{ \cdot \}$ в значения $\delta Y_{\text{пр}}^{\circ\Phi}(i_j)$, которые отражают изменение приведенного возмущения натурального объекта в масштабе выходного воздействия физической модели:

$$\delta Y_{\text{пр}}^{\circ\Phi}(i_j) = F_M^y \{ \delta Y_{\text{пр}}^\circ(i_j) \}. \quad (14)$$

Полученные значения корректируются с учетом предварительно рассчитанных по выражению (12) значений сигнала $\delta Y_{\text{пр}}^\Phi(i_j)$, формируя тем самым скорректированные значения приведенных к выходу физической модели возмущений

$$\delta Y_{\text{пр}}^{\Phi\kappa}(i_j) = F_\kappa^{\Phi\kappa} \{ \delta Y_{\text{пр}}^\Phi(i_j); \delta Y_{\text{пр}}^{\circ\Phi}(i_j) \}, \quad (15)$$

где $F_\kappa^{\Phi\kappa} \{ \cdot \}$ – корректирующий оператор.

Скорректированные значения отражают характер изменения приведенных к выходу натурального объекта возмущений в масштабе изменения выходных воздействий физической модели, в том числе и с учетом изменений начальных условий j -го цикла управления. Они экстраполируются на предстоящий цикл управления $\delta \hat{Y}_{\text{пр}}^{\Phi\kappa}(i_j; i_j + h_j)$, $0 \leq h_j \leq H_j = i_{jk} - i_j$, с одновременным их представлением в виде

траектории $\delta \hat{Y}_{\text{пр}}^{\Phi\kappa}(i_j; i_j + h_j)$, $0 \leq h_j \leq H_j = i_{jk} - i_j$, приведенных возмущений на будущем интервале от текущего момента i_j до конца j -го цикла управления i_{jk} .

Экстраполяция траектории $\delta \hat{Y}_{\text{пр}}^{\Phi\kappa}(i_j; i_j + H_j)$ может быть, в частности, осуществлена с использованием алгоритма релейно-экспоненциального сглаживания первого порядка [10]:

$$\delta \hat{Y}_{\text{пр}}^{\Phi\kappa}(i_j; i_j + h_j) = \delta \hat{Y}_{\text{пр}}^{\Phi\kappa}(i_j; i_j + h_j - 1) + \alpha_h \begin{cases} [\delta Y_{\text{пр}}^{\Phi\kappa}(i_j) - \delta \hat{Y}_{\text{пр}}^{\Phi\kappa}(i_j - 1; i_j + h_j - 1)] \text{при} [\cdot] \leq \beta_h; \\ \beta_h \text{sign} [\cdot] \text{при} [\cdot] > \beta_h; \end{cases} \quad h_j = 1, \dots, H_j, \quad (16)$$

где α_h и β_h – значения коэффициента сглаживания и величины ограничения.

5. *Выработка и реализация оптимальных траекторий управляющих воздействий физической модели.* В этом блоке с использованием текущих значений $Y^\Phi(i_j)$; $S^\Phi(i_j)$; $W_\kappa^\Phi(i_j)$, $i_{0j} \leq i_j \leq i_{kj}$, и экстраполированной траектории $\delta \hat{Y}_{\text{пр}}^{\Phi\kappa}(i_j; i_j + H_j)$ осуществляется расчет функционала вида

$$q(i_j) = F_q^* \{ Y(i_j); S(i_j); W_\kappa(i_j); \delta \hat{Y}_{\text{пр}}^{\Phi\kappa}(i_j; i_j + h_j) \}, \quad i_{0j} \leq i_j \leq i_{kj}; h = \overline{1, H_j}, \quad (17)$$

где $H_j = i_{kj} - i_{oj}$ – интервал прогнозирования для j -го цикла управления; $F_q^* \{ \cdot \}$ – заданная функция конечного состояния.

Здесь также осуществляется численное дифференцирование функционала (17) при вариации начальных условий и функционировании физической модели в ускоренном масштабе времени, что позволяет определить оптимальное управляющее воздействие на предстоящий цикл управления, например, в соответствии со схемой, изложенной в работе [1], или в зависимости от свойств и условий функционирования системы управления с прогнозирующей физической моделью, а также уровня неопределенности в соответствии с процедурой [11].

6. *Коррекция, согласование и реализация траекторий управляющих воздействий натурального объекта.* Реализация управляющего воздействия $U^\Phi(i_j + h_j)$ с помощью исполнительного устройства физической модели позволяет осуществить в ускоренном масштабе времени ее требуемый технологический ре-

жим. Одновременно с этим в блоке коррекции и согласования управляющих воздействий происходит пересчет величины модельных управляющих воздействий $U^\Phi(i_j + h_j)$ в величину рабочих управляющих воздействий натурального объекта в соответствии с выражением

$$U^o(i_j + h_j) = F_m^u \{U^\Phi(i_j + h_j)\};$$

$$h = \overline{1, H_j}, i_{0j} \leq i_j \leq i_{kj} \quad (18)$$

где $F_m^u \{\cdot\}$ – функция масштабирования управляющих воздействий физической модели, которая в частном случае может быть представлена с помощью коэффициента масштабирования k_m^u , выбираемого опытным путем.

Значение $U^o(i_j + h_j)$ запоминается в порядке возрастания h_j , формируя траекторию управляющих воздействий $U^o(i_j; i_j + H_j)$ на интервале времени $(i_{0j}; i_{kj})$ j -го цикла управления. Эти траектории пересчитываются в масштаб времени функционирования натурального объекта, в частности путем изменения шага дискретизации Δ в соответствии с выражением

$$\Delta^o = k_i \Delta^\Phi, \quad (19)$$

где k_i – масштабный коэффициент дискретного времени.

Сформированные траектории управляющих воздействий $U^o(i_j; i_j + H_j)$ проверяются на возможность их практической реализации, в частности исходя из ресурсных ограничений на управления натурального объекта. И в случае их невыполнения осуществляется корректировка значений $U^o(i_j; i_j + H_j)$, удовлетворяющая ресурсным ограничениям. Скорректированная траектория реализуется в дальнейшем с помощью исполнительного устройства натурального объекта, обеспечивая оптимальный по функционалу (17) режим его технологического процесса на интервале времени $(i_{0j}; i_{kj})$ j -го цикла управления.

На следующем $(j+1)$ -ом цикле управления работа системы управления циклическим процессом осуществляется аналогичным образом, вплоть до конца циклического процесса, если объект управления является циклическим, либо до конца интервала памяти системы управления непрерывным объектом.

Выводы. Систему управления с прогнозирующей физической моделью в зависимости от ее цели, назначения и характера решаемых задач целесообразно представлять в виде параллельно взаимодействующих друг с другом натурной и модельной систем управления, либо в виде модельной системы, непосредственно встроенной в управляющую часть натурной системы управления. Эффективное функционирование систем управления с прогнозирующей физической моделью второго класса может быть обеспечено при наличии подобия модельной и натурной систем управления, согласования входных, выходных воздействий и переменных состояния натурального объекта управления и его физической модели, что позволяет оптимальные управляющие воздействия, выработанные в модельной системе управления в ускоренном масштабе времени, перенести на натурную систему.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Красовский А.А. Оптимальное управление посредством физической прогнозирующей модели // Автоматика и телемеханика. 1979. № 2. С. 156 – 162.
2. Мышляев Л.П., Евтушенко В.Ф., Березин Д.Г., Макаров Г.В., Ивушкин К.А. Понятия и условия подобия систем управления // Изв. вуз. Черная металлургия. 2012. № 12. С. 56 – 58.
3. Евтушенко В.Ф., Старовацкая С.Н., Мышляев Л.П., Ивушкин К.А. Подобие систем управления с прогнозирующими физическими моделями. – В кн.: Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Тр. IX Всерос. науч.-практ. конф.; Под ред. С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2013. С. 32 – 38.
4. M u s h l y a e v L.P., E v t u s h e n k o V.F., B e r e s i n D.G., M a k a r o v G.V., I v u s h k i n K.A. Simulation of Control Systems // Steel in Translation. 2012. Vol. 42. № 12.
5. Евтушенко В.Ф., Мышляев Л.П., Зельцер С.Р., Венгер К.Г., Чичиндаев М.Г. Применение физических моделей в схемах натурно-математического моделирования // Изв. вуз. Черная металлургия. 2010. № 11. С. 65 – 67.
6. Мышляев Л.П., Евтушенко В.Ф., Ивушкин К.А., Макаров Г.В. О подобии натурной и модельной

- систем при управлении с физической прогнозирующей моделью // Изв. вуз. Черная металлургия. 2013. № 12. С. 40 – 42.
- 7.** Е в т у ш е н к о В.Ф., М ы ш л я е в Л.П., Д м и т р и е в В.О., М а к а р о в Г.В. О подобии систем в задачах управления нестационарными объектами. – В кн.: Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Тр. IX Всероссий. науч.-практ. конф.; Под ред. С.М. Кулакова, Л.П. Мышляева. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2013. С. 58 – 62.
- 8.** М а к а р о в Г.В., Е в т у ш е н к о В.Ф. Численные исследования подобия систем регулирования по контролируемым возмущениям // Изв. вуз. Черная металлургия. 2012. № 12. С. 65, 66.
- 9.** Р о т а ч В.Я. Расчет динамики промышленных автоматических систем регулирования. – М.: Энергия, 1973. – 439 с.
- 10.** Теория и практика прогнозирования в системах управления / С.В. Емельянов, С.К. Коровин, Л.П. Мышляев и др. – Кемерово, М.:Издат. объединение «Российские университеты»:Кузбассвузиздат – АСТШ, 2008. – 487 с.
- 11.** М ы ш л я е в Л.П., С т а р о в а ц к а я С.Н. Развитие метода динамического программирования для условий неопределенности // Изв. вуз. Черная металлургия. 2011. № 6. С. 40 – 42.

© 2016 г. Л.П. Мышляев, В.Ф. Евтушенко,
В.Н. Бурков, К.А. Ивушкин, Г.В. Макаров.
Поступила 22 сентября 2016 г.

А.И. Фомин¹, А.Н. Поздняков², С.А. Лежава³, И.С. Семина³

¹Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева

²Сибирская сбытовая компания

³Сибирский государственный индустриальный университет

ПРОБЛЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ В ВОПРОСАХ ЭКОНОМИЧЕСКОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ РАБОТОДАТЕЛЕЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ УСЛОВИЙ И ОХРАНЫ ТРУДА

В странах с рыночной экономикой приоритет в области управления охраной труда бесспорно принадлежит экономическим методам. Более чем семидесятилетний период функционирования в нашей стране централизованной государственной системы управления охраной труда способствовал возникновению стереотипов о внеэкономическом характере реализуемых мероприятий в области безопасности и охраны труда.

Необходимо отметить, что более низкий по сравнению с развитыми странами (США, ФРГ, Франция, Япония) уровень средней заработной платы в РФ [1] отрицательно сказывается на процессе стимулирования работодателя по улучшению условий и охраны труда. Отечественному работодателю, зачастую, выгоднее нанять дополнительных работников, чем внедрять современные безопасные технологии. По указанной причине работодателю выгоднее предоставлять, а работникам получать надбавки к заработной плате в виде льгот и компенсаций за работу во вредных и опасных условиях труда на морально и физически устаревших основных производственных фондах, оставшихся от «социалистического» прошлого века.

Согласно данным [2] задачами обязательного социального страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний (НСПиПЗ) являются:

1) возмещение вреда, причиненного жизни и здоровью застрахованного при исполнении им обязанностей по трудовому договору и в иных установленных Федеральным законом [2] случаях, путем предоставления застрахованному в полном объеме всех необходимых видов обеспечения по страхованию, в том числе оплату расходов на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию;

2) обеспечение социальной защиты застрахованных и экономической заинтересованно-

сти субъектов страхования в снижении профессионального риска;

3) обеспечение предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний.

С вводом в действие Федерального закона [2] в той или иной мере была решена только первая задача по возмещению вреда застрахованным. Оставшиеся две задачи по ряду причин на практике не реализуются в должной мере.

Механизм экономического стимулирования работодателей к непрерывному улучшению условий и охраны труда (согласно данным [2]) предусмотрен в системе скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от НСПиПЗ.

Класс профессионального риска определяется исходя из величины интегрального показателя профессионального риска, учитывающего уровень производственного травматизма, профессиональной заболеваемости и расходов на обеспечение по страхованию, сложившийся по видам экономической деятельности страхователей. Экономическая деятельность юридических и физических лиц, являющихся страхователями по обязательному социальному страхованию от НСПиПЗ, подлежит отнесению к виду экономической деятельности, которому соответствует основной вид экономической деятельности, осуществляемый этими лицами [2].

Размер скидки и надбавки рассчитывается страховщиком в соответствии с методикой расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от НСПиПЗ исходя из следующих основных показателей, определенных по итогам деятельности страхователей за 3 года, предшествующих текущему [3, 4]:

а) отношение суммы обеспечения по страхованию в связи со всеми произошедшими у

страхователя страховыми случаями к начисленной сумме страховых взносов;

б) количество страховых случаев у страхователя на 1 тыс. работающих;

в) количество дней временной нетрудоспособности у страхователя на 1 несчастный случай, признанный страховым, исключая случаи со смертельным исходом.

Скидка или надбавка устанавливаются страховщиком страхователю, если все указанные показатели меньше (скидка) или больше (надбавка) аналогичных показателей по виду экономической деятельности, к которому отнесен основной вид деятельности страхователя. Значения основных показателей по видам экономической деятельности рассчитываются и утверждаются страховщиком по согласованию с Министерством труда и социальной защиты РФ не позднее 1 июня текущего года [3, 4]. Скидки и надбавки определяются с учетом состояния охраны труда на основании сведений о результатах специальной оценки условий труда и сведений о проведенных обязательных предварительных и периодических медицинских осмотрах по состоянию на 1 января текущего календарного года.

Механизм экономического стимулирования работодателей – это самый действенный в бизнесе инструмент, однако эффективность его реализации в системе управления охраной труда по большому счету ограничена рамками действующих нормативных правовых актов и нормативных технических документов. В РФ, согласно документам [3, 4], преобладают стимулы фискального характера: «проведите периодический медосмотр (не реже 1 раза в год),

специальную оценку условий труда (не реже 1 раза в 5 лет) и имейте показатели травматизма меньше аналогичных в среднем по виду экономической деятельности за последние 3 года – и только в этом случае можете рассчитывать на скидки (с учетом финансового состояния Фонда социального страхования РФ (ФСС РФ)). Ну а если показатели травматизма выше аналогичных в среднем по виду экономической деятельности за последние 3 года, то получите надбавку к страховому тарифу за счет прибыли».

Такого рода «стимулирование» действительно только при условии, когда расходы на безопасность и охрану труда меньше обязательных платежей в ФСС РФ, т.е. работодатель реально видит прибыль.

Фактически для реального улучшения условий труда в отечественной экономике необходимы значительные инвестиции для обновления технологий, оборудования и систем управления. Отмеченный уровень затрат на порядки превышает платежи в системе действующего социального страхования [2].

Информация об установленных скидках и надбавках к страховому тарифу в 2008 – 2014 гг. работодателям в Кемеровской области представлена в табл. 1 [5 – 8]. Снижение общей суммы скидок более чем в 7 раз (по сравнению с 2010 г.) и возрастание общей суммы надбавок в 10 раз (по сравнению с 2010 г.) в 2012 г. обусловлено ужесточением методик установления страховых скидок и надбавок к страховому тарифу [3, 4] по сравнению с ранее действовавшими [9 – 11].

Т а б л и ц а 1

Информация об установленных скидках и надбавках к страховому тарифу в 2008 – 2014 гг. работодателям в Кемеровской области

Год	Число страхователей	Израсходовано на мероприятия по охране труда за год, млрд. руб.	Общая сумма скидки, тыс. руб.	Сумма скидки в расчете на одного страхователя, тыс. руб.	Доля скидки в затратах на мероприятия по охране труда за год, %	Общая сумма надбавки, тыс. руб.	Сумма надбавки в расчете на одного страхователя, тыс. руб.	Доля надбавки в затратах на мероприятия по охране труда за год, %
2008	63093	6,8	231 535,7	3,67	3,40	14 368,9	0,23	0,21
2009	64399	6,8	215 489,8	3,35	3,17	11 638,7	0,18	0,17
2010	67640	8,1	268 994,2	3,98	3,32	13 300,0	0,20	0,16
2011	67115	10,1	113 700,2	1,69	1,13	13 958,4	0,21	0,14
2012	66348	8,3	36 653,0	0,55	0,44	137 759,1	2,08	1,66
2013	63369	6,8	41 221,9	0,65	0,61	140 238,6	2,21	2,06
2014	62377	6,8	44 993,7	0,72	0,66	146 379,5	2,35	2,15

Сумма скидки в расчете на одного страхователя за период с 2008 по 2014 гг. снизилась с 3,67 до 0,72 тыс. руб., или в 5,1 раза, а сумма надбавки возросла с 0,23 до 2,35 тыс. руб., или в 10,2 раза.

Доля скидки в суммарных годовых затратах работодателей Кемеровской области на мероприятия по охране труда снизилась с 3,40 до 0,66 %, или в 5,2 раза, а доля надбавки возросла с 0,21 до 2,15 %, или в 10,2 раза.

Отмеченные выше тенденции являются в РФ системными и серьезно препятствуют практической реализации механизма экономического стимулирования работодателей по улучшению условий труда. Отсутствие реальных шансов у большинства предприятий получить ощутимые скидки к страховому тарифу ведет к обратному эффекту – переходу к финансированию мероприятий по охране труда по остаточному принципу, так как страховщик в лице ФСС РФ в соответствии с Федеральным законом [2] просто обязан возместить все расходы пострадавшему.

По показателям состояния условий и охраны труда в Кемеровской области за период 2006 – 2014 гг. к положительным моментам можно отнести наметившуюся тенденцию снижения уровня травматизма (общего и со смертельным исходом) [5 – 8]:

1) снижение общей численности пострадавших при несчастных случаях на производстве с 3,0 тыс. человек в 2006 г. до 1,3 тыс. человек в 2014 г., или на 56,7 %;

2) снижение численности пострадавших при несчастных случаях на производстве со смертельным исходом с 192 человек в 2006 г. до 74 человек в 2014 г., или на 61,5 %.

К отрицательным моментам можно отнести [5 – 8]:

1) стабильный уровень профзаболеваемости;

2) снижение расходов на мероприятия по охране труда с 10,1 млрд. руб. в 2011 г. до 6,8 млрд. руб. в 2013 – 2014 гг., или на 32,7 %;

3) возрастание численности работающих в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям, с 185,5 тыс. человек в 2006 г. до 217,3 тыс. человек в 2014 г., или на 17,1 %;

4) возрастание численности работающих, получающих повышенные тарифные ставки и оклады за работу во вредных и опасных условиях труда, с 105,6 тыс. человек в 2006 г. до 139,0 тыс. человек в 2014 г., или на 31,6 %;

5) возрастание численности работающих, имеющих сокращенный режим рабочего дня за работу во вредных и опасных условиях труда, с 30,0 тыс. человек в 2006 г. до 38,2 тыс. человек в 2014 г., или на 27,3 %.

Финансовое обеспечение предупредительных мер осуществляется в пределах бюджетных ассигнований, предусмотренных бюджетом ФСС РФ на текущий финансовый год. Финансовое обеспечение предупредительных мер осуществляется ФСС РФ за счет сумм страховых взносов на обязательное социальное страхование от НСПиПЗ, подлежащих перечислению в установленном порядке работодателями в ФСС РФ в текущем финансовом году [12].

Объем средств, направляемых ФСС РФ на финансовое обеспечение предупредительных мер, не может превышать 20 процентов сумм страховых взносов, начисленных им за предшествующий календарный год, за вычетом расходов на выплату обеспечения по указанному виду страхования, произведенных ФСС РФ в предшествующем календарном году [12].

Структура расходов ФСС РФ за период 2005 – 2013 гг. представлена в табл. 2 [13 – 15], из которой следует, что в структуре расходов ФСС РФ за период 2005 – 2013 гг. наибольшую долю (71,1 – 80,5 %) составляют ежемесячные страховые выплаты, затем следуют расходы на предупреждение производственного травматизма и профзаболеваний (7,4 – 12,4 %), медицинская, социальная и профессиональная реабилитация (5,8 – 11,8 %), пособия по временной нетрудоспособности (3,7 – 6,2 %), единовременные страховые выплаты (1,0 – 1,9 %).

Таким образом, доля расходов ФСС РФ за период 2005 – 2013 гг. на предупреждение производственного травматизма и профзаболеваний составляет 7,4 – 12,4 %, а оставшаяся основная доля (87,5 – 92,6 %) расходов носит реагирующий характер на уже произошедшие факты травматизма и профзаболеваемости.

В табл. 3 приведена информация по РФ за 2004 – 2013 гг. по общему числу страхователей, по которым принято решение о финансировании, годовых затратах работодателей в РФ на мероприятия по охране труда и по расходам ФСС РФ на предупредительные меры [1, 13 – 24].

Несмотря на рост числа страхователей в РФ, по которым принято решение о финансировании предупредительных мер за период 2004 – 2013 гг. с 12,761 до 29,397 тыс., или в 2,3 раза, доля указанных страхователей составляет всего 0,308 – 0,607 % от общего количества (табл. 3). При росте расходов ФСС РФ на предупредительные меры за период 2004 – 2013 гг. с 1395,5 до 7648,6 млн. руб., или в 5,5 раза, доля указанных расходов в общих годовых затратах работодателей на охрану труда в РФ составляет всего 2,50 – 3,34 %.

Структура расходов ФСС РФ за период 2005-2013 гг.

Год	Предупреждение производственного травматизма и профзаболеваний за период 2005 – 2013 гг.		Структура расходов Фонда социального страхования РФ, обусловленных производственным травматизмом и профзаболеваемостью за период 2005 – 2013 гг.							
			Медицинская, социальная и профессиональная реабилитация		Пособие по временной нетрудоспособности в связи с несчастным случаем на производстве или профзаболеванием		Единовременные страховые выплаты		Ежемесячные страховые выплаты	
	млн. руб.	доля, %	млн. руб.	доля, %	млн. руб.	доля, %	млн. руб.	доля, %	млн. руб.	доля, %
2005	2125,3	7,4	1673,2	5,8	1300	4,5	528,3	1,8	23300	80,5
2006	2819,7	9,7	1892,2	6,5	1500	5,2	547,7	1,9	22300	76,7
2007	3168,2	9,2	3291,25	9,6	1900	5,6	569,3	1,7	25300	73,9
2008	3798,4	9,8	4150,01	10,7	2400	6,2	587,8	1,5	27700	71,8
2009	4298,8	9,7	5077,2	11,5	2500	5,6	634,1	1,4	31800	71,8
2010	4623,5	9,5	5447,17	11,2	2700	5,5	638,3	1,3	35300	72,5
2011	5419,6	10,1	6048,8	11,3	2539,9	4,8	654,9	1,2	38798,6	72,6
2012	6332,5	11,1	6697	11,7	2183,3	3,8	658,2	1,1	41421,3	72,3
2013	7648,6	12,4	7309,5	11,8	2311,9	3,7	651,8	1,0	44155,4	71,1

В соответствии с документом [12], как уже отмечалось выше, объем средств, направляемых работодателем на финансовое обеспечение предупредительных мер, не может превышать 20 процентов сумм страховых взносов, начисленных им за предшествующий календарный год, за вычетом расходов на выплату обеспечения по указанному виду страхования, произведенных работодателем в предшествующем календарном году. Причем в объем указанных вычетов, помимо выплат ФСС РФ по НСПиПЗ, также входят расходы ФСС РФ, связанные с оплатой больничных листов по общей заболеваемости и бытовому травматизму, что значительно снижает базу для расчета финансового обеспечения предупредительных мер.

Таким образом, в ФСС РФ в основном поступают заявления на финансирование предупредительных мер от крупных предприятий, двадцать процентов от суммы страховых взносов у которых составляют десятки и сотни тысяч рублей.

Подавляющее большинство страхователей имеет среднесписочную численность (менее 100 человек) и сравнительно низкий уровень страховых взносов, двадцать процентов от которых составляют от десятков до сотен рублей. В результате указанные организации не имеют возможности реализовать предупредительные меры за счет ФСС РФ.

Расходы ФСС РФ на предупреждение производственного травматизма и профзаболеваний за период 2004 – 2013 гг.

Год	Число страхователей в РФ, тыс.:			Годовые затраты на охрану труда в РФ, млн. руб.	Расходы на предупреждение производственного травматизма и профзаболеваний в РФ, млн. руб.	Доля от годовых затрат на охрану труда в РФ, %
	общее	из них, по которым принято решений о финансировании	доля, %			
2004	4149,8	12,761	0,308	55913	1395,5	2,50
2005	4417,1	14,526	0,329	72919	2125,3	2,91
2006	4506,6	14,423	0,320	93900,8	2819,7	3,00
2007	4674,9	18,985	0,406	119590,4	3168,2	2,65
2008	4771,9	19,896	0,417	148361,8	3798,4	2,56
2009	4907,8	19,407	0,395	135314,2	4298,8	3,18
2010	4823,3	24,642	0,511	162392,2	4623,5	2,85
2011	4866,6	26,128	0,537	199956,8	5419,6	2,71
2012	4886,4	27,665	0,566	223164	6332,5	2,84
2013	4843,4	29,397	0,607	229251,4	7648,6	3,34

**Структура расходов ФСС РФ на предупредительные меры по сокращению
НСПиПЗ работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными производственными
факторами за 2012 – 2013 гг.**

Наименование мероприятия	2012 г.		2013 г.	
	Расходы, тыс. руб.	Доля, %	Расходы, тыс. руб.	Доля, %
Проведение аттестации рабочих мест по условиям труда:				
всего по РФ	1322745,22	20,89	1043373,88	13,65
всего по СФО	124833,58	10,58	98293,77	6,83
Работы по приведению уровней запыленности и загазованности воздуха, уровней шума и вибрации и уровней излучения на рабочих местах в соответствие с гос. нормативными требованиями по охране труда:				
всего по РФ	74196,50	1,17	127884,64	1,67
всего по СФО	9925,96	0,84	7270,78	0,51
Обучение по охране труда:				
всего по РФ	35056,89	0,55	51323,16	0,67
всего по СФО	3567,41	0,30	8396,54	0,58
Приобретение средств индивидуальной защиты:				
всего по РФ	2414482,14	38,14	3173457,09	41,50
всего по СФО	613489,46	51,99	757053,18	52,63
Санаторно-курортное лечение работников:				
всего по РФ	1589986,15	25,11	1852273,97	24,23
всего по СФО	287002,63	24,32	333868,63	23,21
Проведение обязательных периодических медицинских осмотров (обследований) работников:				
всего по РФ	880333,35	13,90	1365520,74	17,86
всего по СФО	140111,32	11,87	230897,77	16,05
Обеспечение работников лечебно-профилактическим питанием:				
всего по РФ	7847,40	0,12	5286,46	0,07
всего по СФО	0	0	0	0
Приобретение приборов для определения наличия и уровня содержания алкоголя (алкотестеры):				
всего по РФ	5866,83	0,09	10195,44	0,13
всего по СФО	801,01	0,07	1366,59	0,09
Приобретение приборов контроля за режимом труда и отдыха водителей (тахографов):				
всего по РФ	1997,84	0,03	16614,90	0,22
всего по СФО	321,78	0,03	1431,72	0,10
Итого:				
всего по РФ	6332512,22	100	7648595,44	100
всего по СФО	1180053,16	100	1438578,99	100

Из табл. 4 можно видеть, что в 2012 – 2013 гг. средства ФСС РФ в основном расходовались на приобретение средств индивидуальной защиты (38,14 – 41,50 % по РФ и 51,99 – 52,63 % по Сибирскому федеральному округу (СФО)) и санаторно-курортное лечение работников (24,23 – 25,11 % по РФ и 23,21 – 24,32 % по СФО). Средства ФСС РФ, направленные на оценку рисков травматизма и профзаболеваемости на рабочих местах, расходовались в 2012 – 2013 гг. на проведение аттестации рабочих мест по условиям труда (13,65 – 20,89 % по РФ и 6,83 – 10,58 % по СФО) и проведение

обязательных периодических медицинских осмотров (обследований) работников (13,90 – 17,86 % по РФ и 11,87 – 16,05 % по СФО). В то же время средства ФСС РФ, направленные на реальное улучшение условий труда на рабочих местах (работы по приведению уровней запыленности и загазованности воздуха, уровней шума и вибрации и уровней излучения на рабочих местах в соответствии с государственными нормативными требованиями по охране труда), в 2012 – 2013 гг. составляли менее 2 % (1,17 – 1,67 % по РФ и 0,51 – 0,84 % по СФО). Средства ФСС РФ, направленные на обучение

Соотношение доходов и расходов КРОФСС РФ за период 2011 – 2014 гг.

Показатель		Финансовый период (12 мес.)			
		2011	2012	2013	2014
Число страхователей (организаций всех форм собственности)		67115	66348	63369	62377
Среднесписочная численность застрахованных работников (тыс. человек)		1107,3	1066,3	1019,8	957,5
Доходы (страховые взносы, штрафы, пеня, пр.), тыс. руб.		3 472 108,7	3 549 977,8	4 104 927,8	4 069 331,5
Расходы, тыс. руб.		5 427 520,1	5 893 621,9	6 360 759,0	6 894 953,1
Количество получателей страховых выплат, всего		36 341	36 632	37 000	37 397
в том числе получателей в связи со смертью застрахованного		2 024	1 949	1 853	1 793
Численность пострадавших (застрахованных), у которых страховой случай наступил в отчетном периоде	Несчастный случай на производстве, всего	2 334	2 265	2 286	1 872
	в том числе случай со смертельным исходом	83	63	78	69
	Профзаболевание	769	736	1 018	1 140
Пособие по временной нетрудоспособности в связи с несчастным случаем на производстве или профзаболеванием	Количество дней	231 011	204 299	206 214	185 159
	Выплаты, тыс. руб.	152 805,1	142 782,3	170 225,4	171 647,2
	Доля от общих расходов, %	2,8	2,5	2,7	2,4
Единовременные страховые выплаты	Число выплат	2 331	1 828	2 046	1 994
	Сумма, тыс. руб.	59 144,3	49 654,5	57 081,4	107 760,0
	Доля от общих расходов, %	1,1	0,8	0,9	1,6
Ежемесячные страховые выплаты	Число выплат	432 661	437 695	441 980	441 980
	Сумма, тыс. руб.	4 023 034,2	4 305 752,3	4 630 020,3	4 999 028,5
	Доля от общих расходов, %	74,2	73,1	72,9	72,6
Медицинская, социальная и профессиональная реабилитация	Сумма, тыс. руб.	809 408,2	895 368,1	936 548,1	1 026 319,0
	Доля от общих расходов, %	14,9	15,2	14,7	14,9
Предупреждение производственного травматизма и профзаболеваний	Число страхователей, по которым принято решений о финансировании	465	486	458	560
	Доля от общего числа страхователей, %	0,693	0,733	0,723	0,898
	Сумма, тыс. руб.	377 942,6	494 894,1	561 340,7	584 627,1
	Доля от общих расходов, %	7,0	8,4	8,8	8,5

по охране труда работников, в 2012 – 2013 гг. составляли менее 1 % (0,55 – 0,67 % по РФ и 0,30 – 0,58 % по СФО).

Аналогичная ситуация прослеживается и в целом по Кемеровской области. Соотношение доходов и расходов Кузбасского регионального отделения ФСС РФ (КРО ФСС РФ) за период 2011 – 2014 гг. представлено в табл. 5 [5 – 8, 25], откуда следует, что бюджет КРО ФСС РФ является дотационным с отрицательной динамикой. Так, если в 2011 г. расходы КРО ФСС

РФ превышали доходы на 56,3 %, то в 2014 г. – уже на 69,4 %. В структуре расходов КРО ФСС РФ за 2011 – 2014 гг. наибольшую долю составляют ежемесячные страховые выплаты (72,6 – 74,2 %), затем следуют расходы на медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию (14,7 – 15,2 %), предупреждение производственного травматизма и профзаболеваний (7,0 – 8,8 %), пособия по временной нетрудоспособности (2,4 – 2,8 %) и единовременные страховые выплаты (0,8 – 1,6 %).

Структура расходов КРО ФСС РФ на предупреждение производственного травматизма и профзаболеваний за период 2012 – 2014 гг.

Наименование мероприятия	2012 г.		2013 г.		2014 г.	
	Расходы, тыс. руб.	Доля, %	Расходы, тыс. руб.	Доля, %	Расходы, тыс. руб.	Доля, %
Проведение аттестации рабочих мест (с 2014 г. специальной оценки условий труда)	9403,0	1,9	5613,4	1,0	6431,0	1,1
Обучение по охране труда	198,0	0,04	280,7	0,05	584,6	0,1
Приобретение спецодежды, спецобуви и др.	263580,6	53,26	270566,2	48,2	263374,5	45,05
Санаторно-курортное лечение	170738,5	34,5	203766,7	36,3	210465,8	36,0
Проведение обязательных периодических медицинских осмотров работников	50974,0	10,3	80833,0	14,4	102309,7	17,5
Приобретение приборов контроля (алкотестеры, тахографы)	0	0	280,7	0,05	1169,2	0,2
Приобретение аптечек первой помощи	0	0	0	0	292,3	0,05
Итого:	494 894,1	100	561 340,7	100	584 627,1	100

Таким образом, доля расходов КРО ФСС РФ за период 2011 – 2014 гг. на предупреждение производственного травматизма и профзаболеваний составляет 7,0 – 8,8 %, а оставшаяся основная доля (91,2 – 93,0 %) расходов носит реагирующий характер на уже произошедшие факты травматизма и профзаболеваемости.

Несмотря на рост числа страхователей в Кемеровской области, по которым принято решение о финансировании предупредительных мер за период 2011 – 2014 гг. с 465 до 560, или на 20,4 %, доля указанных страхователей составляет всего 0,693 – 0,898 % от общего количества (табл. 5). При росте расходов КРО ФСС РФ на предупредительные меры за период 2011 – 2014 гг. с 377942,6 до 584627,1 тыс., или на 54,7 %, доля указанных расходов в общих годовых затратах работодателей на охрану труда в Кемеровской области составляет всего 3,74 – 8,59 % (табл. 5).

В табл. 6 приведена структура расходов КРОФСС РФ на предупреждение производственного травматизма и профзаболеваний за период 2012 – 2014 гг. [5 – 8, 25], из которой следует, что средства КРО ФСС РФ в основном расходовались на приобретение спецодежды и др., а также на санаторно-курортное лечение работников. Средства КРО ФСС РФ, направленные на оценку рисков травматизма и профзаболеваемости на рабочих местах, расходовались на проведение обязательных периодических медицинских осмотров (обследований) работников (10,3 – 17,5%) и проведение аттестации рабочих мест по условиям труда (с

2014 г. – специальной оценки условий труда) (1,0 – 1,9 %) (табл. 6).

В то же время в 2012 – 2014 гг. на реальное улучшение условий труда на рабочих местах (работы по приведению уровней запыленности и загазованности воздуха, уровней шума и вибрации и уровней излучения на рабочих местах в соответствие с гос. нормативными требованиями по охране труда) средства КРОФСС РФ работодателями Кемеровской области не расходовались вообще. Средства КРОФСС РФ, направленные на обучение по охране труда работников, в 2012 – 2014 гг. не превышали 0,1 % (0,04 – 0,1 %) (табл. 6).

Таким образом, по результатам анализа НПА и НТД, а также показателей деятельности ФСС РФ показано, что механизмы экономического стимулирования работодателей к непрерывному улучшению условий и охраны труда и финансового обеспечения предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профзаболеваний, заложенные в Федеральном законе [2], не обеспечивают реальное улучшение условий и охраны труда.

Выводы. Механизм экономического стимулирования работодателей – это самый действенный в бизнесе инструмент, однако эффективность его реализации в системе управления охраной труда по большому счету ограничена рамками действующих нормативных правовых актов и трудовых документов. В РФ преобладают стимулы фискального характера. Такого рода «стимулирование» действительно только при условии, когда расходы на безопасность и охрану труда меньше обязатель-

ных платежей в ФСС РФ, т.е. работодатель реально видит прибыль. Фактически все обстоит с точностью до наоборот: для реального улучшения условий труда в отечественной экономике необходимы значительные инвестиции для обновления технологий, оборудования и систем управления. Отмеченный уровень затрат на порядки превышает платежи в системе действующего социального страхования. Объем средств, направляемых работодателем на финансовое обеспечение предупредительных мер, не может превышать 20 процентов сумм страховых взносов, начисленных им за предшествующий календарный год, за вычетом расходов на выплату обеспечения по указанному виду страхования, произведенных работодателем в предшествующем календарном году. Причем в объем указанных вычетов, помимо выплат ФСС РФ по НСПиПЗ, также входят расходы ФСС РФ, связанные с оплатой больничных листов по общей заболеваемости и бытовому травматизму, что значительно снижает базу для расчета финансового обеспечения предупредительных мер. Таким образом, в ФСС РФ в основном поступают заявления на финансирование предупредительных мер от крупных предприятий, двадцать процентов от суммы страховых взносов у которых составляют десятки и сотни тысяч рублей. Подавляющее большинство страхователей имеет среднесписочную численность менее 100 человек и сравнительно низкий уровень страховых взносов, двадцать процентов от которых составляют от десятков до сотен рублей. В результате указанные организации не имеют возможности реализовать предупредительные меры за счет ФСС РФ. Доля расходов ФСС РФ за период 2005 – 2013 гг. на предупреждение производственного травматизма и профзаболеваний составляет 7,4 – 12,4 %, а оставшаяся основная доля (87,5 – 92,6 %) расходов носит реагирующий характер на уже произошедшие факты травматизма и профзаболеваемости (ежемесячные страховые выплаты; медицинскую, социальную и профессиональную реабилитацию; пособия по временной нетрудоспособности; единовременные страховые выплаты). Аналогичная ситуация наблюдается и в Кемеровской области по КРО ФСС РФ. Доля средств ФСС РФ, направленных на реальное улучшение условий труда на рабочих местах (работы по приведению уровней запыленности и загазованности воздуха, уровней шума и вибрации и уровней излучения на рабочих местах в соответствии с государственными нормативными требованиями по охране труда), в 2012 – 2013 гг. составляла менее 2 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российский статистический ежегодник, 2014. – М.: Росстат, 2014. – 693 с.
2. Федеральный закон от 24 июля 1998 г. № 125-ФЗ «Об обязательном социальном страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
3. Постановление Правительства РФ от 30 мая 2012 г. № 524 «Об утверждении Правил установления страхователям скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
4. Приказ Минтруда России от 1 августа 2012 г. № 39н «Об утверждении Методики расчета скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
5. О состоянии условий и охраны труда в Кемеровской области в 2011 году: Региональный обзор: Сборник. – Кемерово, 2012. – 81 с.
6. О состоянии условий и охраны труда в Кемеровской области в 2012 году: Региональный обзор: Сборник. – Кемерово, 2013. – 96 с.
7. О состоянии условий и охраны труда в Кемеровской области в 2013 году: Региональный обзор: Сборник. – Кемерово, 2014. – 90 с.
8. О состоянии условий и охраны труда в Кемеровской области в 2014 году: Региональный обзор: Сборник. – Кемерово, 2015. – 96 с.
9. Постановление Правительства РФ от 6 сентября 2001 г. № 652 «Об утверждении Правил установления страхователям скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
10. Постановление Фонда социального страхования Российской Федерации от 5 февраля 2002 г. № 11 «Об утверждении Методики расчета скидок и надбавок к страхо-

- вым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
11. Постановление Фонда социального страхования Российской Федерации от 22 марта 2002 г. № 32 «Об утверждении порядка представления страхователями сведений для установления скидок и надбавок к страховым тарифам на обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
 12. Приказ Минтруда России от 10 декабря 2012 г. № 580н «Об утверждении правил финансового обеспечения предупредительных мер по сокращению производственного травматизма и профессиональных заболеваний работников и санаторно-курортного лечения работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными производственными факторами». [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
 13. Фонд социального страхования Российской Федерации. [Электронный ресурс] // URL: <http://fss.ru>: [сайт]. (дата обращения: 06.11.2015).
 14. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.rosmintrud.ru>: [сайт]. (дата обращения: 06.11.2015).
 15. Федеральная служба по труду и занятости Российской Федерации. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.rostrud.ru>: [сайт]. (дата обращения: 06.11.2015).
 16. Российский статистический ежегодник. 2005: Статистический. сб. – М.: Росстат, 2005. – 819 с.
 17. Российский статистический ежегодник. 2006: Статистический. сб. – М.: Росстат, 2006. – 806 с.
 18. Российский статистический ежегодник. 2007: Статистический. сб. – М.: Росстат, 2007. – 825 с.
 19. Российский статистический ежегодник. 2008: Статистический. сб. – М.: Росстат, 2008. – 847 с.
 20. Российский статистический ежегодник. 2009: Статистический. сб. – М.: Росстат, 2009. – 795 с.
 21. Российский статистический ежегодник. 2010: Статистический. сб. – М.: Росстат, 2010. – 813 с.
 22. Российский статистический ежегодник. 2011: Статистический. сб. – М.: Росстат, 2011. – 795 с.
 23. Российский статистический ежегодник. 2012: Статистический. сб. – М.: Росстат, 2012. – 786 с.
 24. Российский статистический ежегодник. 2013: Статистический. сб. – М.: Росстат, 2013. – 717 с.
 25. Департамент труда и занятости населения Кемеровской области. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.ufz-kemerovo.ru>: [сайт]. (дата обращения: 06.11.2015).

© 2016 г. А.И. Фомин, А.Н. Поздняков,
С.А. Лежава, И.С. Семина
Поступила 16 июня 2016 г.

А.И. Фомин¹, А.Н. Поздняков², С.А. Лежава³, И.С. Семина³

¹Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева

²Сибирская сбытовая компания

³Сибирский государственный индустриальный университет

ФОРМИРОВАНИЕ МЕХАНИЗМА МАТЕРИАЛЬНОГО СТИМУЛИРОВАНИЯ РАБОТНИКОВ К БЕЗОПАСНОМУ И БЕЗВРЕДНОМУ ТРУДУ

Присутствие на рабочих местах вредных и опасных производственных факторов, не соответствующих требованиям нормативных правовых актов (НПА) и нормативных технических документов (НТД) в области охраны труда, низкий уровень профессиональной квалификации отдельных категорий персонала, неправильная оценка уровня производственных рисков различной природы способствуют возникновению травматизма и профессиональной заболеваемости.

Риск возникновения несчастных случаев и профзаболеваемости на производстве нельзя исключить в полной мере ни на одном предприятии (в организации), однако его необходимо и вполне возможно снизить за счет предупредительных мероприятий в области безопасности и охраны труда.

По данным Росстата [1 – 10] за период с 2004 по 2013 гг. среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций в РФ возросла с 6739,5 до 29792 рублей, или в 4,42 раза. За этот же период годовые затраты на мероприятия по охране труда в РФ возросли с 55913 до 229251,4 млн. рублей или, в 4,1 раза, а годовые затраты на мероприятия по охране труда в РФ (в пересчете на одного работника) с 0,842 до 3,376 тыс. рублей, или в 4,0 раза [1 – 10].

За это время общая численность пострадавших при несчастных случаях на производстве в РФ снизилась с 87,8 до 35,6 тыс. человек, или на 59,45 %, коэффициент частоты общего травматизма ($K_{\text{ч}}$) снизился с 3,4 до 1,7, или на 50 %, а потери рабочего времени от несчастных случаев в РФ снизились с 2,8 до 1,7 млн. человеко-дней, или на 39,29 % [1 – 10]. Численность пострадавших при несчастных случаях на производстве со смертельным исходом в РФ снизилась с 3292 до 1699 человек, или на 48,39 %, а коэффициент частоты травматизма со смертельным исходом ($K_{\text{см}}$) снизился с 0,129 до 0,080, или на 37,98 % [1 – 10].

За указанный период в РФ наметилась негативная тенденция роста ущерба от потери рабочего времени от несчастных случаев с 0,9435 до 2,5323 млрд. рублей или, в 2,68 раза.

С использованием данных Росстата [1 – 10] выполним линеаризующие преобразования и методом наименьших квадратов [11] получим следующие эмпирические зависимости от годовых затрат на мероприятия по охране труда (млн. руб.) в РФ: количества несчастных случаев (тыс. чел.) (1); количества несчастных случаев со смертельным исходом, чел. (2); потерь рабочего времени от несчастных случаев, млн. человеко-дней (3); ущерб от потерь рабочего времени от несчастных случаев, млн. руб. (4); коэффициента частоты общего травматизма $K_{\text{ч}}$ (5); коэффициента частоты травматизма со смертельным исходом $K_{\text{см}}$ (6); динамики колебания количества несчастных случаев, тыс. чел. (7); динамики колебания количества несчастных случаев со смертельным исходом, чел. (8); динамики колебания потерь рабочего времени от несчастных случаев $P_{\text{рв}}$, млн. человеко-дней, (9); динамики колебания ущерба от потерь рабочего времени от несчастных случаев $U_{\text{прв рф}}$, млн. руб., (10). Указанные зависимости представлены в табл. 1.

Математические модели (1) – (3) и (5), (6) показывают, что с ростом параметра происходит снижение показателей $N_{\text{нс рф}}$, $C_{\text{нс рф}}$, $P_{\text{рв рф}}$, $K_{\text{ч}}$ и $K_{\text{см}}$. Математические модели (7) – (9) подтверждают сложившуюся положительную динамику снижения показателей $N_{\text{нс рф}}$, $C_{\text{нс рф}}$ и $P_{\text{рв рф}}$. Математические модели (4) и (10) отражают негативную тенденцию роста показателя $U_{\text{прв рф}}$, сложившуюся в настоящее время в РФ (рис. 1 и 2).

Выше был проведен подробный анализ травматизма в масштабах РФ. С учетом отраслевой специфики полезно также рассмотреть травматизм и состояние условий труда по виду экономической деятельности: «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды» (ВЭД ПРЭГВ).

Математические модели

Математическая формула	r_{yx}	$d_{yx}, \%$	$r_{yx\text{ расч}}^*$	$t_{\text{ расч}}^{**}$	Номер формулы
$N_{\text{нс рф}} = 109,66 \cdot 0,9999952^{\text{З}_{\text{от рф}}}$	0,9564	91,5	2,87	9,27	(1)
$C_{\text{нс рф}} = 3756,6 - 0,0093 \cdot \text{З}_{\text{от рф}}$	-0,91997	84,6	2,75	6,64	(2)
$\Pi_{\text{рв рф}} = \frac{\text{З}_{\text{от рф}}}{0,627 \cdot \text{З}_{\text{от рф}} - 22437}$	0,9727	94,6	2,92	11,86	(3)
$Y_{\text{прв рф}} = 4283 - 836294 \cdot \text{З}_{\text{от рф}}^{-0,5}$	-0,9642	93,0	2,89	10,28	(4)
$K_{\text{ч}} = \frac{\text{З}_{\text{от рф}}}{0,6453 \cdot \text{З}_{\text{от рф}} - 26795,2}$	0,9836	96,7	2,95	15,41	(5)
$K_{\text{см}} = \frac{\text{З}_{\text{от рф}}}{14,08 \cdot \text{З}_{\text{от рф}} - 506259,9}$	0,9882	97,6	2,96	18,21	(6)
$N_{\text{нс рф}} = \frac{551,5}{T - 1998,1}$	0,9858	97,2	2,96	16,58	(7)
$C_{\text{нс рф}} = \frac{1}{3,497 \cdot 10^{-5} \cdot T - 0,0698}$	0,9646	93,0	2,89	10,35	(8)
$\Pi_{\text{рв рф}} = \frac{T}{45,66 \cdot T - 90809,2}$	0,8743	76,4	2,62	5,09	(9)
$Y_{\text{прв рф}} = 16770,4 \cdot T^{0,5} - 749671$	0,9225	85,1	2,77	6,76	(10)

П р и м е ч а н и е. * $r_{\text{табл.0,05;9}} = 0,602$, ** $t_{\text{табл.0,05;8}} = 2,31$ [11], таким образом, гипотезы о статистической значимости выборочных коэффициентов корреляции r_{yx} подтверждаются.

По данным Росстата [1 – 10] среднегодовая численность занятых в экономике по ВЭД ПРЭГВ в РФ после наметившегося с 2004 г. роста снизилась в 2008 г. до 1884 тыс. чел., что обусловлено кризисными явлениями в мировой экономике. Начиная с 2009 г., отмечается определенный рост и стабилизация среднегодовой численности занятых в экономике по ВЭД ПРЭГВ в РФ на уровне 1936 – 1950 тыс. чел.

За период с 2004 по 2013 гг. годовые затраты на мероприятия по охране труда по ВЭД ПРЭГВ в РФ возросли с 2566,2 до 8984 млн. рублей, или в 3,5 раза, а годовые затраты на мероприятия по охране труда по ВЭД ПРЭГВ

в РФ (в пересчете на одного работника) возросли с 1,38 до 4,64 тыс. рублей, или в 3,36 раза [1 – 10]. За этот же период общая численность пострадавших при несчастных случаях на производстве по ВЭД ПРЭГВ в РФ сократилась с 3,3 до 1,6 тыс. человек, или на 51,52 %, а коэффициент частоты общего травматизма ($K_{\text{ч}}$) снизился с 1,9 до 0,9, или на 52,63 % [1 – 10].

За период с 2011 по 2013 гг. численность пострадавших при несчастных случаях на производстве со смертельным исходом по ВЭД ПРЭГВ в РФ снизилась с 0,2 до 0,1 тыс. чел., или в 2 раза по сравнению с предыдущим периодом времени с 2004 по 2010 гг., а коэффи-

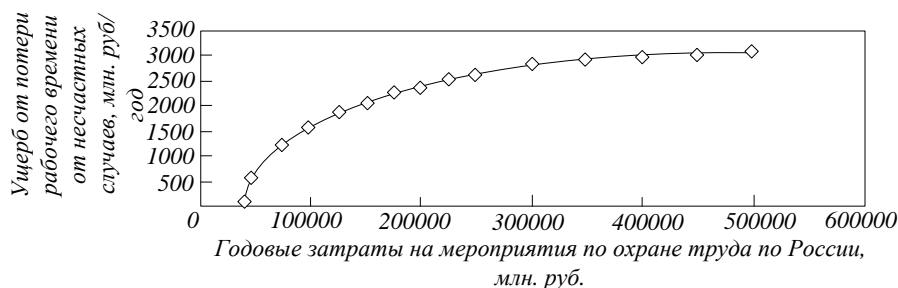


Рис. 1. Эмпирическая зависимость показателя $Y_{\text{прв рф}}$ от величины $\text{З}_{\text{от рф}}$

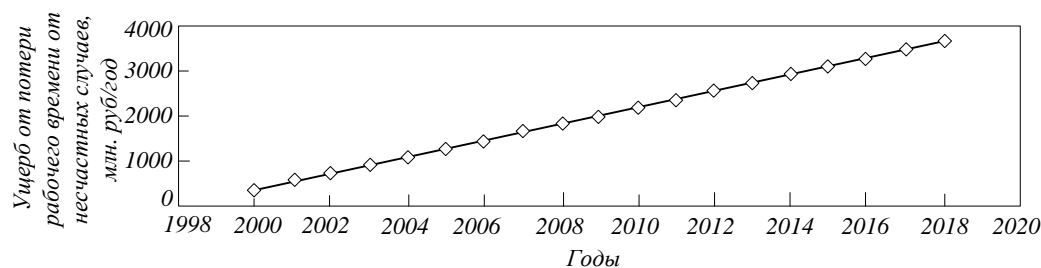


Рис. 2. Эмпирическая зависимость динамики колебания показателя $U_{\text{прв рф}}$

циент частоты травматизма со смертельным исходом ($K_{\text{см}}$) не имеет устойчивой тенденции к снижению и колеблется в пределах 0,069 – 0,116 [1 – 10].

Используя данные Росстата [1 – 10], выполним линеаризующие преобразования и методом наименьших квадратов [11] получим следующие эмпирические зависимости по ВЭД ПРЭГВ в РФ от годовых затрат на мероприятия по охране труда млн. руб.: количества несчастных случаев, тыс. чел. (11); количества несчастных случаев со смертельным исходом, тыс. чел. (12); динамики колебания количества несчастных случаев, тыс. чел. (13); динамики колебания количества несчастных случаев со смертельным исходом, тыс. чел., (14); динамики колебания числа работников, занятых во вредных условиях труда, тыс. чел., (15); динамики колебания числа работающих под воздействием повышенного уровня шума, тыс. чел., (16); динамики колебания числа работающих под воздействием повышенного уровня вибрации, тыс. чел., (17); динамики колебания числа работающих под воздействием повышенной запыленности воздуха рабочей зоны, тыс. чел., (18); динамики колебания численности работающих под воздействием повышенной загазованности воздуха рабочей зоны, тыс. чел., (19); динамики колебания количества работающих, занятых тяжелым физическим трудом, тыс. чел., (20); динамики колебания числа работающих, занятых на оборудовании, не отвечающем требованиям безопасности, тыс. чел., (21); динамики колебания числа работников, занятых во вредных и опасных условиях труда, имеющих право хотя бы на один вид компенсаций, тыс. чел., (22); динамики колебания числа работников, занятых во вредных и опасных условиях труда, имеющих право на дополнительные отпуска, тыс. чел., (23); динамики колебания численности работников, занятых во вредных и опасных условиях труда, имеющих право на бесплатное получение молока или других равноценных пищевых продуктов, тыс. чел., (24); динамики колебания численности работников, занятых

во вредных и опасных условиях труда, имеющих право на оплату труда в повышенном размере, тыс. чел., (25); динамики колебания числа работников, занятых во вредных и опасных условиях труда, имеющих право на досрочное назначение трудовой пенсии по старости, тыс. чел., (26). Указанные зависимости представлены в табл. 2.

Математические модели (11), (12) показывают, что с ростом величины $Z_{\text{от } \varepsilon}$ происходит снижение показателей травматизма $N_{\text{нс } \varepsilon}$ и $C_{\text{нс } \varepsilon}$ по ВЭД ПРЭГВ в РФ. Математические модели (13), (14) подтверждают сложившуюся положительную динамику снижения этих показателей. Математические модели (15) – (17) и (20), (21) отражают негативную тенденцию роста параметров, $N_{\text{вибр } \varepsilon}$, $N_{\text{тяж } \varepsilon}$, $N_{\text{обор } \varepsilon}$ по ВЭД ПРЭГВ в РФ, сложившуюся в настоящее время (рис. 3). Математические модели (18), (19) подтверждают сложившуюся положительную динамику снижения показателей $N_{\text{пыль } \varepsilon}$ и $N_{\text{газ } \varepsilon}$ по ВЭД ПРЭГВ в РФ. Математические модели (22) – (24) и (26) отражают тенденцию снижения показателей $N_{\text{воут к } \varepsilon}$, $N_{\text{отп } \varepsilon}$, $N_{\text{молоко } \varepsilon}$, $N_{\text{пенс } \varepsilon}$ по ВЭД ПРЭГВ в РФ, сложившуюся в настоящее время. Математическая модель (25) отражает тенденцию роста показателя $N_{\text{оплата } \varepsilon}$ по ВЭД ПРЭГВ в РФ, сложившуюся в настоящее время.

По результатам анализа причин расследованных несчастных случаев с тяжелыми последствиями, происшедших в РФ в 2009, 2011 – 2014 гг., а также в I-м полугодии 2015 г. [12, 13], проведем разделение зон ответственности сторон социально-трудовых отношений (табл. 3). Суммарная доля причин, находящихся в зоне ответственности работодателя и работника, колеблется в интервале 37,42 – 40,73 % и 31,84 – 34,73 % соответственно (табл. 3).

Таким образом, уровень профессионального риска почти в равной доле детерминирован как работодателем, формирующим условия труда на рабочих местах, так и работником, осуществляющим трудовую деятельность в указанных условиях. Рискогенное поведение работника по большому счету зависит как от

Математические модели

Математическая формула	r_{yx}	d_{yx} , %	$r_{yx\text{ расч}}^*$	$t_{\text{расч}}^{**}$	Номер формулы
$N_{\text{нсэ}} = \frac{3_{\text{отэ}}}{0,6789 \cdot 3_{\text{отэ}} - 1262}$	0,9754	95,1	2,93	12,51	(11)
$C_{\text{нсэ}} = \frac{3_{\text{отэ}}}{12,4 \cdot 3_{\text{отэ}} - 30715,8}$	0,9208	84,8	2,76	6,68	(12)
$N_{\text{нсэ}} = \frac{726221,8}{T} - 359,14$	0,9770	95,5	2,93	12,96	(13)
$C_{\text{нсэ}} = \frac{T}{1285,48 \cdot T - 2568835,8}$	0,7989	63,8	2,40	3,76	(14)
$N_{\text{вугэ}} = 1,205 \cdot 10^{-6} \cdot T^3 - 9169,3$	0,9156	83,8	2,75	6,44	(15)
$N_{\text{шумэ}} = 619,04 \cdot T^{0,5} - 27432,5$	0,8600	74,0	2,58	4,77	(16)
$N_{\text{вибрэ}} = 143,63 \cdot T^{0,5} - 6372,64$	0,8509	72,4	2,55	4,58	(17)
$N_{\text{пыльэ}} = \frac{16100734}{T} - 7903,95$	0,8809	77,6	2,64	5,26	(18)
$N_{\text{газэ}} = 1,497 \cdot 10^{13} \cdot T^{-3} - 1745,8$	0,9046	81,8	2,71	6,00	(19)
$N_{\text{тяжэ}} = 1229,03 \cdot T^{0,5} - 54912,6$	0,9893	97,9	2,97	19,20	(20)
$N_{\text{оборэ}} = 76,25 \cdot T^{0,5} - 3406$	0,8891	79,1	2,67	5,49	(21)
$N_{\text{воугкэ}} = \frac{T}{0,0186 \cdot T - 34,89}$	0,8355	69,8	2,51	4,30	(22)
$N_{\text{отпэ}} = \frac{T}{0,0325 \cdot T - 62,05}$	0,9012	81,2	2,70	5,88	(23)
$N_{\text{молокоэ}} = 2699555 \cdot T^{-0,5} - 59809$	0,9050	81,9	2,72	6,02	(24)
$N_{\text{оплатаэ}} = 3,07 \cdot 10^{-7} \cdot e^{0,0106 \cdot T}$	0,7634	58,3	2,29	3,34	(25)
$N_{\text{пенсэ}} = \frac{T}{0,1283 \cdot T - 248,63}$	0,6233	38,8	1,87	2,32	(26)

Примечание. * $r_{\text{табл.0,05:9}} = 0,602$, ** $t_{\text{табл.0,05:8}} = 2,31$ [76], таким образом, гипотезы о статистической значимости выборочных коэффициентов корреляции r_{yx} подтверждаются.

конкретном трудовом коллективе [14 – 16], однако указанные риски «человеческого фактора» остаются неохваченными в сложившейся системе социального страхования [17].

Отрицательное влияние «человеческого фактора» (строки 5 – 7, 11 – 13 табл. 3) можно и безусловно нужно нивелировать путем воздействий административного и экономического характера [14 – 16]. Степень реализации указанных воздействий зависит от политики работодателя в области безопасности и охраны труда, а эффективность – от отношения к ним персонала.

Политика РФ в области безопасности и охраны труда, в большей степени направленная на безусловную вину работодателей за каждый факт несчастного случая на производ-

стве и профессионального заболевания (НСПиПЗ) и при этом наделяющая работников определенным правовым «иммунитетом», должна быть пересмотрена законодательно.

Риск по причинам, находящимся в зоне ответственности работодателя (табл. 3), страхуется им в силу требований [17, 18] в Фонде социального страхования РФ (ФСС РФ). А риск, находящийся в зоне ответственности работника (табл. 3), по нашему мнению, подлежит страхованию последним.

В целях повышения ответственности работника за безусловное выполнение требований по охране труда, качественное прохождение всех видов обучения и повышения квалификации считаем целесообразным внесение поправок в статьи:

1) 214 [18] – обязанностью работника осуществлять обязательное индивидуальное соци-

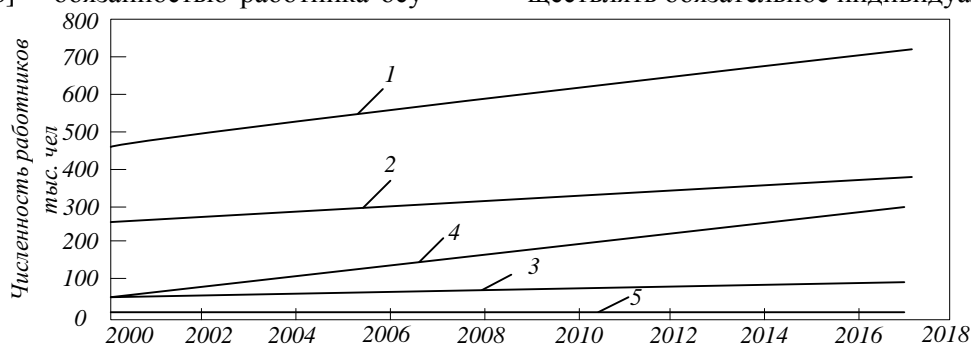


Рис. 3. Эмпирическая зависимость динамики колебания численности работников:

1 – занятых во вредных условиях труда; 2 – находящихся под воздействием повышенного уровня шума, ультра- и инфразвуков; 3 – под воздействием повышенного уровня вибрации; 4 – занятых тяжелым физическим трудом; 5 – работающих на оборудовании, не отвечающем требованиям безопасности по ВЭД ПРЭГВ в РФ

альное страхование от НСПиПЗ, по которым установлена степень вины пострадавшего;

2) 212 [18] – обязанностью работодателя финансировать за счет собственных средств

базовую ставку обязательного индивидуального социального страхования работников от НСПиПЗ, по которым установлена степень вины пострадавшего.

Таблица 3

Сведения о причинах расследованных несчастных случаев с тяжелыми последствиями, происшедших в РФ, структурированных по зонам ответственности сторон социально-трудовых отношений

Наименование причины	Доля несчастных случаев с тяжелыми последствиями, %, по годам					
	2009	2011	2012	2013	2014	I полугодие 2015
1. Ответственность работодателей, %						
Конструктивные недостатки и недостаточная надежность машин, механизмов, оборудования	2,28	1,70	1,86	1,79	1,67	2,00
Несовершенство технологического процесса	1,12	1,58	1,08	0,91	1,14	1,11
Эксплуатация неисправных машин, механизмов, оборудования	4,50	3,76	3,32	2,93	3,03	2,89
Неудовлетворительное техническое состояние зданий, сооружений, территории	2,67	2,40	2,48	2,36	1,71	2,36
Неудовлетворительная организация производства работ	26,09	28,45	30,54	30,67	30,93	31,76
Использование пострадавшего не по специальности	0,76	0,64	0,67	0,74	0,82	0,61
Итого:	37,42	38,53	39,95	39,40	39,3	40,73
2. Ответственность работников, %						
Нарушение технологического процесса	5,59	6,21	5,96	6,56	5,93	6,40
Нарушение требований безопасности при эксплуатации транспортных средств	4,01	3,57	3,68	3,21	3,24	3,68
Нарушение правил дорожного движения	12,12	12,09	12,70	11,63	12,05	9,93
Неприменение работником средств индивидуальной защиты	4,06	3,59	3,51	3,95	3,24	3,93
Неприменение средств коллективной защиты	0,38	0,32	0,25	0,35	0,37	0,25
Нарушение работником трудового распорядка и дисциплины труда	7,62	7,35	8,63	8,38	8,54	7,65
Итого:	33,78	33,13	34,73	34,08	33,37	31,84
3. Ответственность работодателей и работников, %						
Неудовлетворительное содержание и недостатки в организации рабочих мест	5,37	4,75	4,37	4,89	5,20	3,82
Недостатки в организации и проведении подготовки работников по охране труда	5,69	4,95	5,07	5,11	4,85	4,61
Итого:	11,06	9,70	9,44	10,00	10,05	8,43
4. Прочие, %						
Прочие причины, квалифицированные по материалам расследования несчастных случаев	17,74	18,64	15,88	16,52	17,28	19,00

В предлагаемой схеме сумма ежемесячной базовой ставки обязательного индивидуального социального страхования перечисляется работнику работодателем отдельной строкой в составе заработной платы. Работник, в свою очередь, напрямую заключает договор со страховой организацией (которой может быть как ФСС РФ, так и негосударственные ФСС) и самостоятельно оплачивает страховую премию.

При этом, в целях экономического стимулирования работников в недопущении травматизма и профзаболеваемости по собственной вине Федеральным законом, регламентирующим данный вид страхования, должно быть предусмотрено ежегодное снижение базовой страховой премии на 5 % за непрерывную работу без НСПиПЗ. При возникновении НСПиПЗ по вине пострадавшего указанный договор предусматривает автоматическое повышение страховой премии до базовой величины (при наличии скидок), либо увеличение на 5 % страховой премии (при отсутствии скидок).

Таким образом, работая без НСПиПЗ по собственной вине, работник имеет ежегодное увеличение заработной платы. В противном случае работник лишается права на скидку страховой премии и в дальнейшем при повторных случаях вынужден оплачивать увеличение страховой премии за свой счет.

Выводы. Суммарная доля причин расследованных несчастных случаев с тяжелыми последствиями, происшедших в РФ, находящихся в зоне ответственности работодателя и работника, колеблется в интервале 37,42 – 40,73 % и 31,84 – 34,73 % соответственно. Таким образом, уровень профессионального риска почти в равной мере детерминирован как работодателем, формирующим условия труда на рабочих местах, так и работником, осуществляющим трудовую деятельность в указанных условиях. Рискогенное поведение работника по большому счету зависит как от его индивидуальных качеств, так и от стереотипов безопасного поведения, сложившихся в конкретном трудовом коллективе, однако указанные риски «человеческого фактора» остаются неохваченными в сложившейся системе социального страхования. В целях повышения ответственности работника за безусловное выполнение требований по охране труда, качественное прохождение всех видов обучения и повышения квалификации считаем целесообразным внесение поправок в статьи 214 и 212 [18].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Российский статистический ежегодник. 2005: Статистический сб. – М.: Росстат, 2005. – 819 с.
2. Российский статистический ежегодник. 2006: Статистический сб. – М.: Росстат, 2006. – 806 с.
3. Российский статистический ежегодник. 2007: Статистический сб. – М.: Росстат, 2007. – 825 с.
4. Российский статистический ежегодник. 2008: Статистический сб. – М.: Росстат, 2008. – 847 с.
5. Российский статистический ежегодник. 2009: Статистический сб. – М.: Росстат, 2009. – 795 с.
6. Российский статистический ежегодник. 2010: Статистический сб. – М.: Росстат, 2010. – 813 с.
7. Российский статистический ежегодник. 2011: Статистический сб. – М.: Росстат, 2011. – 795 с.
8. Российский статистический ежегодник. 2012: Статистический сб. – М.: Росстат, 2012. – 786 с.
9. Российский статистический ежегодник. 2013: Статистический сб. – М.: Росстат, 2013. – 717 с.
10. Российский статистический ежегодник. 2014: Статистический сб. – М.: Росстат, 2014. – 693 с.
11. П и н ч у к С.И. Организация эксперимента при моделировании и оптимизации технических систем: Учебн. пособие / Национальная металлургическая академия Украины. – Днепропетровск: изд. НМетАУ, 2008. – 284 с.
12. Министерство труда и социальной защиты Российской Федерации. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.rosmintrud.ru>: [сайт]. (дата обращения: 06.11.2015).
13. Федеральная служба по труду и занятости Российской Федерации. [Электронный ресурс] // URL: <http://www.rostrud.ru>: [сайт]. (дата обращения: 06.11.2015).
14. П о з д н я к о в А.Н. Методы борьбы с рискованным поведением на рабочем месте // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2011. № 6. С. 38, 39.
15. П о з д н я к о в А.Н., Л е ж а в а С.А. Проблема управления рисками персонала на опасных производственных объектах // Сборник научных трудов по материалам

Международной научно-практической конференции «Экология – образование, наука, промышленность и здоровье». – Белгород: изд. БГТУ, 2011. С. 396 – 400.

16. Поздняков А.Н., Лежава С.А. Анализ травматизма на предприятиях электроэнергетической отрасли на примере ОАО «Южно-Кузбасская ГРЭС» // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2013. № 3. С. 69 – 74.
17. Федеральный закон от 24 июля 1998 г. № 125-ФЗ «Об обязательном социальном

страховании от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний». [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

18. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 г. № 197-ФЗ. [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

© 2016 г. А.И. Фомин, А.Н. Поздняков,
С.А. Лежава, И.С. Семина
Поступила 16 июня 2016 г.

Т.В. Бобко, Т.В. Петрова

Сибирский государственный индустриальный университет

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ДОСТИЖЕНИЕ ПОРОГОВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МОНИТОРИНГА ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОТРАСЛЕВЫХ ВУЗОВ

В настоящее время страна находится на том этапе развития, когда необходимо быстрыми темпами создавать новые производственную и социальную инфраструктуры. В условиях, когда взят курс на импортозамещение (в том числе и в производстве товаров металлургического профиля), появилась высокая потребность в высококвалифицированных отраслевых специалистах, способных осваивать новые производства и направления деятельности. Формируемый в вузах человеческий капитал является доминантой инновационного развития базовых отраслей и градообразующих предприятий регионов. Производственная специфика региона отражается в специальностях и направлениях подготовки. Потребности в конкурентоспособном отраслевом кадровом потенциале, в том числе в металлургическом, традиционно обеспечивают территориальные вузы. Региональные власти, как и государство, заинтересовано в повышении эффективности деятельности высших учебных заведений, расположенных на территориях этих регионов. Однако условия достижения вузами пороговых значений показателей мониторинга эффективности их деятельности не одинаковы.

Эту проблематику можно рассмотреть с локальной точки зрения на примере Кемеровской области, основополагающими отраслями которой являются металлургическая и горная. Эти отрасли традиционно поддерживают финансовую устойчивость региона. Востребованность в высококвалифицированных специалистах предприятий черной металлургии и горной промышленности в настоящее время очень высока.

Инженерные специальности требуют хорошей школьной подготовки по математике, физике, химии, то есть предметам, дающимся легко не всем детям. Эти же предметы являются базовыми предметами ЕГЭ при поступлении в вузы на профильные инженерные специальности. Вузы, готовящие бакалавров и магистров для отраслей тяжелой промышленности, находятся в более сложных условиях по сравнению с клас-

сическими вузами с точки зрения достижения пороговых значений показателей эффективности их деятельности. Выпускникам школ доступнее сдать ЕГЭ, например, по обществознанию или истории, чем по физике или химии.

В связи с этим возникает необходимость изучить условия, влияющие на достижение вузами в различных регионах России пороговых значений показателей эффективности их деятельности.

Цель настоящего исследования – объективное и всестороннее изучение внешних и внутренних условий формирования показателей мониторинга эффективности деятельности вузов. Задача исследования – повышение обоснованности пороговых значений показателей для вузов I категории. Объект исследования – региональный вуз, базовыми направлениями подготовки кадров в котором являются «Металлургия» и «Горное дело».

Муниципальные образования делают ставку на выпускников местных высших учебных заведений в надежде, что именно они привнесут в экономику регионов те новые производительные силы и свежие идеи, которых так не хватает предприятиям в последнее время [1]. Однако работодатели все чаще заявляют, что качество подготовки выпускников не удовлетворяет в полной мере их потребностям. Это подтверждают и исследования, проведенные рекрутинговым агентством KellyServices [2], которое является мировым лидером в области предоставления эффективных кадровых решений и работает в России с 1993 г. Согласно проведенному в 2014 г. исследованию средний уровень подготовки кандидатов-специалистов на вакантные должности растет. При этом выделяются два основных недостатка: плохое знание иностранных языков и несоответствие квалификации кандидатов потребностям бизнеса в отдельных отраслях.

Целью государственной политики в области образования, несомненно, является повышение качества высшего образования. Реализацию государственной политики было решено начать с оценки эффективности вузов страны, а в каче-

стве инструмента контроля качества был выбран мониторинг [3, 4].

Согласно Указу Президента РФ от 7 мая 2012 г. № 599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки» [5] с августа 2012 г. Министерство образования начало проводить мониторинги деятельности образовательных учреждений высшего профессионального образования и их филиалов с целью оценить эффективность их работы [6]. Цель мониторинга – формирование статистических и аналитических материалов на основе информации об образовательных организациях и показателей оценки эффективности их деятельности для последующего принятия решений в отношении вузов и их филиалов. По результатам этого мониторинга вузы, признанные неэффективными, должны быть реорганизованы, однако при реорганизации таких учреждений необходимо обеспечить права обучающихся для завершения обучения в других государственных образовательных учреждениях.

Также правительством предусмотрен перечень показателей оценки эффективности деятельности вузов [7]. Пороговые значения этих показателей используются для выявления неэффективности деятельности вузов и филиалов.

Все вузы разбиты на четыре группы с целью определения пороговых значений показателей:

- 1 – высшие учебные заведения (кроме Москвы и Санкт-Петербурга);
- 2 – высшие учебные заведения Москвы;
- 3 – высшие учебные заведения Санкт-Петербурга;
- 4 – филиалы вузов.

Несомненно, показатели по вузам Москвы и Санкт-Петербурга несколько выше, чем показатели других вузов, а самыми скромными оказались показатели филиалов.

В прошедшем году впервые был использован показатель «трудоустройство выпускников».

В середине июля 2015 г. Министерство образования и науки разместило результаты мониторинга деятельности вузов на своем портале [8].

Попробуем разобраться в методике оценки эффективности вузов [9]. Рассмотрев пороговые значения показателей, представленных в табл. 1, можно сделать вывод, что далеко не все вузы по итогам такого мониторинга будут признаны эффективными.

Т а б л и ц а 1

Показатели и их пороговые значения

№	Показатель	Содержание показателя	Пороговое значение
1	Образовательная деятельность	Средний балл ЕГЭ студентов, принятых по результатам ЕГЭ на обучение по очной форме по программам подготовки бакалавров и специалистов за счет средств соответствующих бюджетов, бюджетной системы Российской Федерации с оплатой стоимости затрат на обучение физическими и юридическими лицами	60 баллов
2	Научно-исследовательская деятельность	Объем НИОКР в расчете на одного научно-педагогического работника (НПР)	51,28 тыс. руб.
3	Международная деятельность	Удельный вес численности иностранных студентов дальнего и ближнего (стран СНГ) зарубежья	1 %
4	Финансово-экономическая деятельность	Доходы вуза из всех источников в расчете на одного НПР	1327,57 тыс. руб.
5	Инфраструктура	Общая площадь учебно-лабораторных помещений в расчете на одного студента (приведенного контингента), имеющих у вуза на праве собственности и закрепленных за вузом на праве оперативного управления	11 м ²
6	Зароботная плата ППС	Отношение среднего заработка научно-педагогического работника в образовательной организации к средней заработной плате по экономике региона	125 %
7	Трудоустройство	Удельный вес выпускников, трудоустроившихся в течение календарного года, следующего за годом выпуска, в общей численности выпускников образовательной организации	75 %

Остановимся на показателях мониторинга более подробно.

Образовательная деятельность. Этот показатель включает средний балл единого государственного экзамена студентов, принятых на обучение очной формы по программам подготовки бакалавров и специалистов за счет средств бюджетной системы Российской Федерации.

Обратимся к данным статистики и рассмотрим существующие значения показателей по базовым дисциплинам в виде диаграмм (рис. 1).

Наиболее высокий балл у абитуриентов в 2013 г.; средний балл по предметам в 2014 г. ниже, чем в 2012 г. По итогам 2015 г. наблюдается небольшой рост среднего балла ЕГЭ по сравнению с 2014 г., однако уровень 2013 г. (кроме результатов по русскому языку) не достигнут. Основным фактором, влияющим на средний балл, является подготовленность учеников, которая, в свою очередь, зависит от качества преподавания «базовых» предметов в школах и мотивации учеников на высокую успеваемость. Качество преподавания базовых предметов – это производная от квалификационного состава учителей, работающих с выпускными классами. Однако почти во всех регионах страны наблюдается нехватка учителей по математике, физике, русскому языку и т.д. Ситуацию усугубило увеличение нагрузки на учителей школ в связи с введением ЕГЭ без адекватного увеличения заработной платы, что повлекло увольнение возрастных, но опытных учителей, а заменившая их молодежь пока не имеет достаточной практики для успешного вывода выпускников на такое серьезное испытание. Нельзя не учитывать и фактор психоэмоциональной устойчивости учеников, также формируемой в школе.

Мотивация к высокой успеваемости учеников, в основном, лежит в достижении возможности обучения по «любимой» специальности

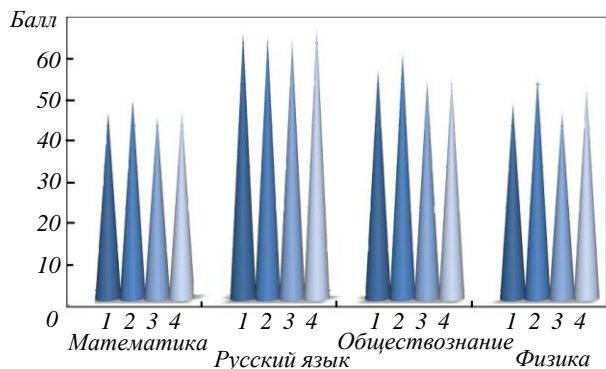


Рис. 1. Средний балл ЕГЭ по Российской Федерации по годам:
1 – 2012; 2 – 2013; 3 – 2014; 4 – 2015

в желаемом вузе. И вот здесь заложен своеобразный «подводный камень» для региональных вузов. Мотивирование учеников в школе основано на формировании образа будущего «столичного» жителя: хорошо учишься, получишь высокий балл по ЕГЭ, поступишь в Москву, Санкт-Петербург, ну, в крайнем случае, в Новосибирск, Екатеринбург, Томск. То есть вузы, территориально отдаленные от «престижных» регионов, оказались «заложниками» своего места расположения. Даже если в региональном вузе, расположенном не в городе-миллионнике, дается качественное образование, выпускники школ будут стремиться к отъезду в более крупные и экономически развитые города. Поэтому вуз будет осуществлять набор абитуриентов по «остаточному принципу», то есть получит абитуриентов с невысокими средними баллами по ЕГЭ.

Дополнительным аспектом, оказывающим влияние на показатель «Образовательная деятельность вузов», является количество сдававших ЕГЭ (рис. 2).

Количество сдававших ЕГЭ в 2013 г. увеличилось по сравнению с 2012 г., но в 2014 и 2015 гг. существенно сократилось даже по отношению к 2012 г. Поэтому некоторые вузы имели риск не набрать студентов на определенные специальности. Такое уменьшение числа учащихся связано не столько с современной демографической ситуацией, сколько со сложностями «попадания» и обучения в десятом и в одиннадцатом классах: в погоне за результатами ЕГЭ некоторые школы ввели целые системы отбора, по результатам которых далеко не все желающие могут продолжить обучение в старших классах. Еще одним фактором уменьшения числа учеников можно назвать фактор неопределенности: вопрос удачной сдачи ЕГЭ не гарантирует поступление на бюджет, так как для некоторых направлений подготовки специалистов и бакалавров его не предусмотрено, особенно в региональных вузах.

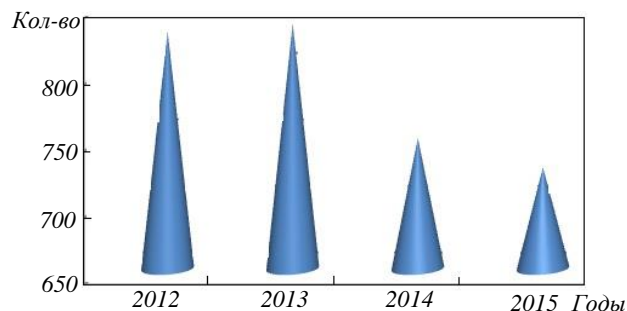


Рис. 2. Количество сдававших ЕГЭ, тыс. чел., по годам

Научно-исследовательская деятельность вуза – объем научно-исследовательских работ (НИР) в расчете на одного научно-педагогического работника. Значение показателя зависит от нескольких факторов:

- место расположения вуза. Эта зависимость определяется направлениями деятельности предприятий, расположенных на территории муниципального образования. Если вуз находится в развивающемся регионе, где действуют крупные промышленные предприятия с прогрессивными технологиями производства, если менеджмент этих предприятий заинтересован в совершенствовании производственных процессов или выпуске новой продукции (работ, услуг), если бизнес заинтересован в качественном трудовом потенциале для региона, то у вуза будет возможность заключения договоров на финансирование научно-исследовательских работ, и он достигнет желаемой величины объема НИР в расчете на одного НПП [10, 11]. А если вуз находится в дотационном регионе, где предприятия сокращают производство, то достичь нужного порогового значения показателя очень не просто;

- направления подготовки специалистов и бакалавров, аккредитованные в вузе. Известно, что не все направления подготовки могут приносить доход; например, очень востребованное направление подготовки «социальная работа» или «документационное обеспечение» и т.п.;

- оснащенность оборудованием, предназначенным для проведения научных исследований, и численность ученых, которые способны осуществлять научно-исследовательскую деятельность. Оснащенность оборудованием и лабораториями для проведения НИР также зависят от региона, в котором расположен вуз. Если это промышленно развитый регион с крупным бизнесом, то вуз, скорее всего, будет иметь современные лаборатории и оборудование для исследований, которые поможет приобрести в качестве спонсорской поддержки этот крупный бизнес. Также не секрет, что ведущих ученых, имеющих высокий исследовательский потенциал, как и абитуриентов с высокими баллами ЕГЭ, мотивируют к переезду и работе в более крупных учебных заведениях или научно-исследовательских институтах.

Международная деятельность – удельный вес численности иностранных студентов дальнего и ближнего (стран СНГ) зарубежья. Достижение порогового значения этого показателя зависит от трех факторов:

- специальностей, которые существуют в вузе и специалисты или бакалавры по которым

являются востребованными на родине иностранных студентов;

- престижности вуза на международном рынке (это дает иностранным студентам – будущим выпускникам вуза – возможность ускоренного карьерного роста) [12];

- комфортности условий обучения и проживания. В понятие комфортности для студентов входит не только качественное обучение и хорошие условия проживания в общежитии, но и условия для проведения досуга и отдыха. Наличие в городе парков, скверов, кафе, театров, музеев и т.п. является немаловажным фактором привлечения иностранных студентов и проведения разного рода международных мероприятий (конференций, соревнований, выставок и т.д.).

Финансово-экономическая деятельность – величина доходов вуза из всех источников в расчете на одного НПП. В государственном вузе доходы складываются из следующих источников:

- бюджетное финансирование образовательных услуг и научных исследований;

- доходы от договорной научно-исследовательской деятельности;

- внебюджетные средства от образовательной деятельности;

- целевые средства и безвозмездные поступления из внебюджетных фондов, от юридических и физических лиц;

- доходы от управления финансовыми активами;

- доходы от коммерческой деятельности;

- доходы от прочей деятельности.

Объединяя представленные выше источники финансирования вузов, можно установить, что финансовые ресурсы вуза представляют собой две основные части: бюджетная и внебюджетная составляющие.

Бюджетное финансирование включает средства, выделяемые вузу по смете расходов федерального бюджета, а его внебюджетные поступления – это выручка от реализации образовательных услуг, научно-исследовательских работ, прочих работ и услуг, доходы от внебюджетных операций и операционные доходы. Целевые средства и безвозмездные поступления из внебюджетных фондов, юридических и физических лиц составляют небольшую часть доходов вузов [13].

Выше были рассмотрены факторы, оказывающие влияние на формирование доходов НИР. Поступления от образовательной деятельности зависят от количества обучающихся в вузе студентов, числа бюджетных мест и стоимости обучения студентов на коммерче-

ской основе. Следует добавить, что стоимость коммерческого обучения одного студента зависит от величины средней заработной платы по региону расположения вуза. Любое увеличение внебюджетной составляющей доходов вузов фактически напрямую зависит от социально-экономического развития региона, в котором размещен вуз.

Инфраструктура – величина общей площади учебно-лабораторных помещений в расчете на одного студента. Показатель, показывающий комфортность обучения. Значения этого показателя объективны и соответствуют мировой практике, но нормативы разработаны еще в советское время. Современная ситуация изменилась: для создания дополнительных площадей у государственных вузов нет денег. Также сложным является вопрос коммунального обслуживания этих площадей, которое связано с финансированием вузов [14]. Таким образом, очевидно, что в ближайшее время дополнительные площади у вузов вряд ли появятся, а достижения пороговых значений вузы будут добиваться за счет внутренней реорганизации помещений.

Зарплата преподавательского состава в настоящее время зависит от уровня средних заработных плат по региону, в котором расположен вуз.

Трудоустройство выпускников вуза. На одном из порталов Рособнадзора проведено исследование, в котором предложено оценить систему мониторинга вузов [15]. С учетом мнения образовательного сообщества и аккредитованных экспертов в сфере образования была разработана анкета, одним из вопросов которой был вопрос о трудоустройстве выпускников, сформулированный следующим образом: «по Вашему мнению, должен ли вуз заниматься трудоустройством выпускников и контролировать исполнение обязанностей работодателя производить отчисления за выпускников вуза в Пенсионный фонд?». Структура ответов на данный вопрос представлена на рис. 3.

На основании полученных данных видно, что большинство (99 %) вузов считают, что их основная задача – дать качественное образование, а не следить за трудоустройством выпускников и, тем более, за добросовестностью их работодателя. И в этом вопросе местоположение вуза имеет большое значение. От того, какие отрасли развиты в регионе, какие предприятия (крупные, мелкие) расположены на его территории, какую долю в экономике занимает теневой сектор экономики и т.п., зависят прозрачность или непрозрачность трудоустройства выпускников.



Рис. 3. Мнения сотрудников вуза о трудоустройстве выпускников

Таким образом, рассмотрев показатели мониторинга эффективности деятельности вузов в настоящее время, можно сделать вывод о высокой доле зависимости возможности достижения пороговых значений показателей эффективности вузов от внешних (региональных) факторов. Направления подготовки отнесены к внешним факторам, так как в большей степени обусловлены потребностями отраслей экономики региона. Данные анализа приведены в табл. 2 и наглядно демонстрируют преобладающую роль внешних факторов в достижении вузом пороговых значений показателей мониторинга эффективности их деятельности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Безикова Е.С., Бобко Т.В. Некоторые аспекты проблем формирования кадрового потенциала регионов. – В кн.: Актуальные проблемы экономики и управления в XXI веке: сб. науч. статей. Ч. I. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2015. С. 245 – 250.
2. Рекрутинговое агентство KellyServices [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.kellyservices.ru/> (Дата обращения 26.05.2016 г.).
3. Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». Гл. 12. Ст. 97 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174/ (Дата обращения 26.05.2016 г.).
4. Постановление Правительства «Об осуществлении мониторинга системы образования» от 05.08.2013 г. № 662 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/70329494/> (Дата обращения 26.05.2016 г.).

Матрица влияния внешних и внутренних факторов на достижение пороговых показателей мониторинга эффективности деятельности вузов

Фактор	Внешние (региональные) факторы				Внутренние (внутривузовские) факторы			
	Уровень подготовки абитуриентов	Потенциал региона			Направления подготовки	Условия обучения	Условия проживания	Квалификация кадров
		Промышленный	Культурный	Уровень средней заработной платы				
1. Образовательная деятельность	+	+	+	+	+	+	+	+
2. Научно-исследовательская деятельность	+	+	+	+	+	+	+	+
3. Международная деятельность	+	+	+	+	+	+	+	+
4. Финансово-экономическая деятельность	+	+	+	+	+	+	+	+
5. Инфраструктура						+		
6. Заработная плата ППС				+	+			+
7. Трудоустройство выпускников		+	+	+	+			+

Примечание: составлено авторами.

5. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2012 г. № 599 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rg.ru/2012/05/09/nauka-dok.html> (Дата обращения 26.05.2016 г.).
6. Егоршин А.П., Гладышева И.А. Мониторинг эффективности вузов: мифы и реальность // Высшее образование сегодня. 2015. № 8. С. 2 – 9.
7. Приказ Минобрнауки России от 15.01.2014 г. № 14 «Об утверждении показателей мониторинга системы образования». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://dogm.mos.ru/upload_local/iblock/f4a/f4a872a138bb204eb7fc28ad7685e545/pr_mo_14_15_01_2014_r16.pdf (Дата обращения 26.05.2016 г.).
8. Мониторинг вузов от Минобрнауки: общественный приговор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://обрназор.рф/контроль/мониторинг-опрос-итоги> (Дата обращения 26.05.2016 г.).
9. Методика расчета показателей мониторинга эффективности образовательных организаций высшего образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minobr.orb.ru/profobr/2013-637-f2.pdf> (Дата обращения 26.05.2016 г.).
10. Петрова Т.В. Динамика развития человеческого потенциала Кемеровской области // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2005. № 1. С. 23 – 27.
11. Бачкова М.Я., Бобко Т.В. Формирование кадрового потенциала в регионе на основе бакалавриата. – В кн.: Сборник научных статей I Международной науч.-практ. конф-и «Актуальные проблемы экономики и управления в XXI веке». – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2015. С. 250 – 254.
12. Банникова Е.Ю. SWOT-анализ СибГИУ. – В кн.: Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды XIX Всероссийской науч. конф-и студентов, аспирантов и молодых ученых. Вып. 19. Ч. III.

- Гуманитарные и экономические науки / Под общ. ред. М.В. Темлянцева. – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2015. С. 249 – 254.
13. Холод Л.Л., Хрусталева Е.Ю. Анализ финансовой деятельности высшего учебного заведения в рыночных условиях // Аудит и финансовый анализ. 2008. № 5. С. 194 – 211.
14. Винокуров М. Те ли показатели? Как усовершенствовать мониторинг вузов // Поиск: еженедельная газета научного сообщества. 2013. № 51.

15. Информационно-аналитические материалы по результатам проведения мониторинга эффективности образовательных организаций высшего образования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://indicators.miccedu.ru/monitoring/> (Дата обращения 26.05.2016 г.).

© 2016 г. Т.В. Бобко, Т.В. Петрова
Поступила 31 мая 2016 г.

УДК 378.147:372.862

И.В. Баклушина

Сибирский государственный индустриальный университет

О ФОРМАХ ПРОВЕДЕНИЯ ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ПОДГОТОВЛЕННОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ

В Сибирском государственном индустриальном университете реализуется учебный план [1], обеспечивающий подготовку бакалавров по направлению 08.03.01 – Строительство. Любое учебное заведение должно обеспечивать надлежащее качество образования, которое определено как сбалансированное соответствие всех аспектов высшего образования некоторым целям, потребностям, требованиям, нормам и стандартам [2]. Одним из условий обеспечения качества образования является формирование гибких траекторий обучения. Для обеспечения гибкой траектории и контроля формирования компетенций в Сибирском государственном индустриальном университете в составе учебно-методических комплексов учебных дисциплин были разработаны фонды оценочных средств (ФОС), которые систематизируют оценочные средства по всем формам проведения контроля, облегчают процедуры оценивания результатов обучения и позволяют получить объективные и достоверные результаты при проведении контроля [3, 4].

Одной из составных частей ФОС является раздел «Входной контроль», который содержит средства и методику оценивания для входного контроля. Целью входного контроля является определение начального под-

готовленности обучающихся для построения индивидуальной траектории обучения. В условиях личностно-ориентированного образования результаты входного контроля обучающегося являются начальными параметрами индивидуального портфолио обучающегося [5]. Кроме того, входной контроль помогает организовать начало управления учебной деятельностью [6] и даже реализовать возможную траекторию получения обучающимися профессии рабочего при освоении основной образовательной программы высшего образования [7].

Для определения начального уровня подготовленности обучающихся и построения индивидуальной траектории обучения следует в начале изучения дисциплины (модуля) проводить входной контроль, описывать оценочные средства и методики оценивания его в фондах оценочных средств.

Наиболее популярные формы входного контроля среди преподавателей Архитектурно-строительного института СибГИУ были выявлены в ходе социологического опроса в сентябре 2016 г. Опрос проводился среди штатных преподавателей СибГИУ (23 человека), в возрасте от 24 до 76 лет, из которых 5 мужчин и 18 женщин. Профиль основного образования всех респондентов – технические науки; большинство (18 человек) имеют ученую степень

кандидата наук, остальные без ученой степени; педагогический стаж респондентов от 4 до 55 лет. В табл. 1 приведены вопросы анкеты и результаты опроса.

Из опроса можно сделать вывод, что самой популярной формой входного контроля является устный опрос (собеседование). Это объясняется тем, что на этапе входного контроля часто бывает достаточно немного времени для определения уровня подготовленности обучаемого. В большинстве случаев преподаватель на основании устного опроса (причем вопросы, в основном, «наводящие») прямо на первом занятии определяет уровень знаний студентов. При этом опрос происходит, как правило, не в строгой форме, например, тестирования, с ответами на полный список вопросов, содержащихся в тестах, а в раскрепощенной обстановке в форме беседы. Для снижения напряженности в обстановке первого знакомства студентов с преподавателем можно проводить опрос не с каким-либо конкретным студентом, а сразу со всеми студентами, находящимися в аудитории, в форме так называемой групповой беседы. Обычно студенты, имеющие более высокий уровень подготовленности, отвечают на поставленный преподавателем вопрос, затрачивая на поиск ответа гораздо меньше времени по сравнению с менее подготовленными студентами. В случае, если список вопросов для входного контроля содержит вопросы одинаковой сложности, скорость прохождения теста более подготовленными студентами будет большей по сравнению с менее подготовленными студентами. Такой метод ведения опроса позволяет быстро выявить более подготовленных студентов в группе.

Для определения уровня подготовленности остальных студентов, конечно, следует более

подготовленных попросить помолчать, не отвечать на заданный вопрос. Менее подготовленные студенты смогут справиться с ним самостоятельно в увеличенный срок, и время, затраченное на поиск ответа, будет индикатором подготовленности. Конечно, здесь играют большую роль индивидуальные особенности студента: стеснительность, общительность и другие. Однако в обстановке групповой беседы эти особенности должны быть сведены к минимуму.

В случае списка вопросов для входного контроля, содержащего вопросы различной сложности, индикатором подготовленности студентов будет не скорость, а процент правильных ответов. Если более сложные вопросы задавать в начале теста, процент ответивших на них будет небольшим, т.к. отвечают более подготовленные студенты. С уменьшением сложности вопросов станет возрастать и процент ответивших на них.

Таким образом, двигаясь от сложных вопросов к более простым, можно провести входной контроль и определить уровни подготовленности обучающихся. Скорость и полнота требующихся ответов, а также количество человек в группе будут непосредственно влиять на продолжительность входного тестирования, поэтому длительность его никогда не бывает одинакова для разных групп обучаемых. То есть, в устном опросе (тестировании) длительность входного контроля может составлять в целом от нескольких до получаса. Более продолжительный входной контроль, пожалуй, делать не стоит, так как за полчаса более подготовленные студенты потеряют интерес и заскучают, а менее подготовленные понизят свою самооценку, что может сказаться на заинтересованности в дисциплине в целом.

Т а б л и ц а 1

Результаты опроса преподавателей

№	Вопрос	Варианты ответов (количество ответивших, %)
1	Вы окончили данное высшее учебное заведение?	– нет (4 %) – да, и после окончания учебы сразу начал (а) работать здесь (30 %) – да, но после окончания учебы я сначала работал (а) в другом месте (66 %)
2	Используете ли Вы в своей педагогической деятельности какие-либо формы входного контроля преподаваемых дисциплин?	– да (96 %) – нет (4 %)
3	Если на предыдущий вопрос Вы ответили положительно, какие формы входного контроля Вы используете? (можно отметить несколько вариантов ответов)	– устный опрос (собеседование) (68 %) – письменный опрос (изложение в свободной форме) (9 %) – письменное тестирование (45 %) – тестирование в СУО Moodle (13 %)

**Вопросы входного контроля дисциплины
«Основы эксплуатации систем теплоснабжения»**

Вопрос	Ответ	
	правильный	неправильный
Возможно ли применение теплоносителя-пара в системах теплоснабжения жилых кварталов города?	нет	да
Является ли низкая плотность теплоносителя-пара недостатком по сравнению с теплоносителем-водой в промышленных системах теплоснабжения?	нет	да
Возможно ли обеспечить нагрев теплоносителя-пара до более высоких температур по сравнению с теплоносителем-водой?	да	нет
Изменяется ли давление пара по длине участка тепловой сети постоянного диаметра?	да	нет
Происходит ли конденсация пара на участках паровой тепловой сети?	да	нет
Следует ли корректировать расходы пара на участках паровой тепловой сети в связи с его конденсацией?	да	нет
Следует ли изолировать участки паропроводов от потерь тепла?	да	нет
Возможно ли уменьшить потери тепла паропроводами, если уменьшить температуру пара?	да	нет
Существует ли зависимость количества конденсирующегося пара от местных сопротивлений тепловой сети?	да	нет
Следует ли возвращать конденсат к источнику тепла?	да	нет

Такая форма входного контроля удобна еще и тем, что по усмотрению преподавателя можно менять количество вопросов в тесте в зависимости от количества студентов в группе и общей их подготовленности. Некоторые затруднения здесь могут вызвать психологические особенности обучаемых (например, стеснительность, заикание, эмоциональная нестабильность). Однако такие особенности можно выявить и учесть двумя-тремя наводящими вопросами.

Конечно, описанная форма входного контроля требует от преподавателя некоторой психологической раскрепощенности, опыта общения со студентами. Если преподаватель недостаточно опытен, или, в свою очередь, имеет некоторые психологические особенности (волнуется, заикается), ему могут помочь заранее подготовленные списки вопросов или мини-тесты (например, в форме карточек) с несколькими тестовыми заданиями (вопросами), соответствующими требованиям начальной подготовленности. Отвечать на поставленные вопросы студенты смогут письменно, причем формулу ответа можно упростить до уровня, например, поставить галочку напротив правильного ответа или перечислить ряд номеров правильных ответов. Количество пра-

вильных ответов и скорость прохождения теста будет сигнализировать об уровне подготовленности обучаемого.

К примеру, при реализации дисциплины «Основы эксплуатации систем теплоснабжения» для направления 08.03.01 – Строительство в СибГИУ входной контроль проводится в виде устного опроса и содержит 10 вопросов. Вопросы имеют одинаковую сложность и требуют однозначного ответа «да» или «нет» (табл. 2). Форма проведения – тест, проводится в письменном виде. Контролирующий преподаватель вслух зачитывает список вопросов, студенты письменно отвечают в свободной форме. Длительность – 10 – 15 минут.

Так как время, отпущенное на прохождение теста, одинаково для всех студентов, то после прохождения теста уровень подготовленности студентов можно определить по табл. 3.

В таком входном контроле с вопросами одинаковой сложности индикатором подготовленности может также служить скорость прохождения теста. В связи с этим при оценивании уровня подготовленности студента в фонде оценочных средств можно описать зависимость уровня подготовленности студента от общего времени прохождения теста (табл. 4).

Зависимость уровня подготовленности студента от доли правильных ответов во входном тесте по дисциплине «Основы эксплуатации систем теплоснабжения» без учета времени прохождения теста

Уровень подготовленности обучающихся	Количество правильных ответов, %
Продвинутый	более 80
Базовый	от 50 до 80
Низкий	до 50

При различных уровнях сложности вопросов следует предоставить всем студентам одинаковое время для прохождения теста, тогда критерием оценки уровня подготовленности студента будет только процент правильных ответов на вопросы соответствующей сложности. Если большинство правильных ответов будет сосредоточено в области какого-либо одного уровня сложности, уровень подготовленности студента будет соответствующим. То есть в случае простого большинства правильных ответов пониженной сложности уровень подготовленности студента определится как «пониженный», в случае простого большинства правильных ответов средней сложности – «базовый», в случае простого большинства правильных ответов повышенной сложности – «продвинутый».

И, наконец, вопросы входного контроля могут быть примерно одинаковой сложности, однако требовать неоднозначного ответа. При этом, в зависимости от уровня подготовленности студента, ответ на тот или иной вопрос будет более обширным, грамматически, лексически и технологически грамотным и полным. Объем и грамотность ответа на вопрос определит уровень подготовленности студента.

Например, при реализации дисциплины «Насосы, вентиляторы, компрессоры» в СибГИУ (учебный план для направления 08.03.01 – Строительство [1]) входной контроль проводится в виде устного опроса и содержит 10 вопросов. Вопросы имеют одинаковую сложность, но требуют неоднозначных ответов (табл. 5). В зависимости от вариантов ответов

на поставленный вопрос определяется уровень подготовленности студента по каждому вопросу: в случае простого большинства ответов пониженной сложности уровень подготовленности студента определится как «пониженный», средней сложности – «базовый», повышенной сложности – «продвинутый».

Выводы. Подобрав удобную форму проведения входного контроля, преподаватель может легко спланировать индивидуальные траектории обучения и формирования необходимых компетенций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Б а к л у ш и н а И.В., З о р я И.В. Об опыте создания учебного плана для бакалавров направления 08.03.01 Строительство в Сибирском государственном индустриальном университете, г. Новокузнецк // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2015. Том. 1. № 1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/2015/10/2015№1-Баклушина.pdf> (Дата обращения 08.09.2016 г.)
2. Б а к л у ш и н а И.В., С м и р н о в а Е.В., Ш а м а р и к о в А.А. Влияние работы куратора на качество образовательной деятельности // Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии. 2015. № 34. С. 165 – 168.

Зависимость уровня подготовленности студента от доли правильных ответов во входном тесте по дисциплине «Основы эксплуатации систем теплоснабжения» с учетом времени прохождения теста

Скорость прохождения теста, мин	Количество правильных ответов, %		
	до 50	от 50 до 80	более 80
до 7	базовый	базовый	продвинутый
от 8 до 15	базовый	базовый	базовый
более 15	пониженный	базовый	базовый

Зависимость уровня подготовленности студента от вариантов ответа на поставленный вопрос тесте по дисциплине «Насосы, вентиляторы, компрессоры»

Вопрос	Варианты правильных ответов в зависимости от уровня начальных знаний		
	продвинутый	базовый	пониженный
1. Что такое «нагнетатель»?	Гидравлическая машина для перемещения капельных жидкостей или газов	Насос и/или вентилятор и/или компрессор	Другое или нет ответа
2. Где используют нагнетатели?	В различных системах, предназначенных для перемещения жидкостей и/или газов	В системах теплогазо-снабжения и вентиляции (или любой другой конкретный пример использования)	Другое или нет ответа
3. Что и куда нужно нагнетать?	Теплоноситель в/из систему (оборудование, агрегат, прибор, трубопровод), предназначенные для него	Жидкость или газ (конкретный пример)	Другое или нет ответа
4. Приведите пример нагнетателя, встречающегося в обычной жизни	Названо пять и более примеров	Названо от двух до четырех примеров	Один пример или нет ответа
5. Что такое «теплоноситель»?	Теплоноситель – жидкое или газообразное вещество, применяемое для передачи тепловой энергии	Вода и/ или пар	Другое или нет ответа
6. Истинно ли шуточное высказывание «вентилятор дует потому, что самолет летает»?	Да	Возможно	Нет
7. Что такое «лопасти»?	Плоские или вогнутые пластины (лопатки), закрепленные на вращающемся валу	Вращающиеся пластинки (или конкретный пример)	Другое или нет ответа
8. Возможна ли конструкция нагнетателя без лопастей?	Да	Скорее да, чем нет	Нет
9. Что является «движущей силой» нагнетателя?	Двигатель нагнетателя	Поток жидкости	Другое или нет ответа
10. Что значит «нагнетание»?	Перемещение жидкости (газа, теплоносителя, среды) при определенном давлении в систему (оборудование, агрегат, прибор, трубопровод)	Создание или увеличение давления	Другое или нет ответа

3. Б а к л у ш и н а И.В., Б а ш к о в а М.Н., С м и р н о в а Е.В., А р н а у т о в Д.А. Контроль самостоятельной работы как управление учебной деятельностью студентов // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2015. № 1. С. 95 – 97.
4. Б а к л у ш и н а И.В., Б а ш к о в а М.Н. Организация и контроль самостоятельной работы студентов // Вестник Сибирского

государственного индустриального университета. 2014. № 4. С. 62 – 65.

5. Б а к л у ш и н а И.В., М и х а л ь ц о в а Л.Ф. О компетентностной ориентации студентов в условиях образовательного процесса технического вуза (из опыта реализации дисциплины «Теплоснабжение») // Вестник науки и образования Северо-Запада России. 2016. Том. 2. № 2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://vestnik-nauki.ru/wp-content/uploads/>

2016/04/2016-N2-Baklushina.pdf (Дата обращения 08.09.2016 г.)

6. Б а к л у ш и н а И.В. Управление учебной деятельностью при реализации дисциплины теплоснабжение // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2016. № 2. С. 72 – 76.
7. Б а к л у ш и н а И.В., Б а ш к о в а М.Н. О реализации возможной траектории получе-

ния обучающимися профессии рабочего при освоении основной образовательной программы высшего образования // Вестник Сибирского государственного индустриального университета. 2016. № 2. С. 76 – 79.

© 2016 г. *И.В. Баклушина*
Поступила 9 сентября 2016 г.

ПАМЯТИ ЭДУАРДА ВИКТОРОВИЧА КОЗЛОВА



9 июля 2016 года ушел из жизни Эдуард Викторович Козлов – известный ученый в области физического материаловедения и физики твердого тела, заведующий кафедрой физики Томского государственного архитектурно-строительного университета, доктор физико-математических наук, профессор, действительный член МАН ВШ, Санкт-Петербургской академии наук по физике прочности, член Межгосударственного координационного совета по физике прочности и пластичности материалов.

Эдуард Викторович обладал обширными энциклопедическими знаниями в области физики конденсированного состояния и физического материаловедения. Им опубликованы 44 монографии, в том числе 2 в США, и свыше 950 научных статей. Он подготовил 36 кандидатов и 10 докторов наук. Фактически этот список больше, так как здесь учтены лишь те ученики, в автореферате которых его фамилия официально названа в качестве руководителя. Козлов Э.В. создал Научную Школу, работы которой имеют международное научное признание.

Большой цикл структурных исследований статей различного класса выполнен в коллективе Э.В. Козлова и под его руководством в содружестве с кафедрой физики СибГИУ. Многолетнее научное сотрудничество с этим коллективом было весьма плодотворным.

Получен ряд фундаментальных результатов, имеющих как научное, так и практическое значение. Среди них – установление закономерностей формирования градиентных структурно-фазовых состояний в сталях различного класса, подвергнутых деформации прокаткой, ударным нагружениям, усталостным испытаниям, воздействию электрическим током. Важным итогом выполненных исследований явились подготовка и защита ряда кандидатских и докторских диссертаций, а также написание и публикация нескольких монографий, в которых проведено обобщение выполненных исследований.

Научная и педагогическая деятельность профессора Э.В. Козлова была отмечена тремя правительственными наградами, в том числе «Орденом дружбы».

Светлая память об Эдуарде Викторовиче сохранится в сердцах тех, кто знал его и работал с ним.

РЕФЕРАТЫ

УДК 621.789

Анализ перспективных технологических решений по организации термического упрочнения фасонных профилей на современных сортовых прокатных станах / Темлянцев М.В., Уманский А.А., Целлермаер В.Я. // Вестник СибГИУ. – 2016. – № 3 (17). – С. 4.

Проведенным анализом литературных и производственных данных показано, что технологии термического упрочнения проката на сортовых станах в отечественной металлургии и странах СНГ применяются, в основном, для арматурных профилей. Опыт внедрения технологии термоупрочнения фасонных профилей имеется только на АО «ЕВРАЗ ЗСМК». Показано, что для термического упрочнения фасонных профилей на сортовых станах наиболее целесообразно использовать метод ускоренного охлаждения в закрытых камерах. При этом наибольшую эффективность имеют прямоточные устройства проходного типа, основным преимуществом которых является наличие гидротранспортирования проката. Анализ конструктивных решений по устройству и размещению установок термического упрочнения фасонного проката на сортовых станах показал, что наиболее эффективным вариантом является построение схемы таких установок по блочному принципу. Такой принцип компоновки позволяет обеспечить универсальность установки, уменьшение износа оборудования и снижение простоев при перенастройке. Ил. 3. Библ. 21.

Ключевые слова: термическое упрочнение, ускоренное охлаждение, закалка, фасонный прокат, механические свойства.

Analysis of promising technological solutions for the organization of thermal hardening of shapes in modern section mills / Temlyantsev M.V., Umanskiy A.A., Tsellermaer V.Ya. // Bulletin of SibSIU. – 2016. – № 3 (17). – P. 4.

The authors of the paper have conducted the analysis of literature and production data to show that the technology of rolling thermal hardening on section mills in domestic metallurgy and in the CIS countries is used mainly for rebars. The introduction experience of thermal hardening technology of shaped profile is used only at JSC «EVRAZ ZSMK». It has been shown, that for thermal hardening of shaped profiles on section mills it is more usefully to use the method of accelerated cooling in closed chambers. Thus, direct flow-through device are more effective; the main advantage of which is the presence of rolling hydrotransportation. The analysis of constructive solutions on the thermal hardening device installation and location of structural shapes on rolling mills has showed that the most effective variant is building of the scheme of such devices on the modular principle. Such a principal of the lineup allows providing the device generality, equipment wear decrease and less downtime at the changeover. Fig. 3. Ref. 21.

Keywords: thermal hardening, accelerated cooling, hardening, structural shapes, mechanical properties.

УДК 622.831

Сравнительная оценка аналитического расчета и результатов имитационного моделирования нагрузки на длинный комплексно-механизированный очистной забой / Домрачев А.Н., Риб С.В. // Вестник СибГИУ. – 2016. – № 3 (17). – С. 8.

Рассматриваются результаты сравнительной оценки нагрузки на длинный комплексно-механизированный очистной забой, полученные с использованием традиционной методики и методами имитационного моделирования. Табл. 1. Ил. 1. Библ. 8.

Ключевые слова: нагрузка на очистной забой, генераторы случайных чисел, простой очистного забоя, коэффициент машинного времени.

Comparative evaluation of analytical calculation and simulation results imitational load on a long complex-mechanized mining face / Domrachev A.N., Rib S.V. // Bulletin of SibSIU. – 2016. – № 3 (17). – P. 8.

The paper outlines the analysis of longwall productivity estimation by using tradition methodology and computer simulation. This analysis was made to find a useful method of longwall productivity estimation. Table 2. Fig. 1. Ref. 8.

Keywords: longwall productivity, random number generators, longwall productivity breaking, machinery time ratio.

УДК 622.831

Анализ геомеханических параметров взаимовлияющих подземных выработок и целиков при отработке угольных пластов сложного строения / Риб С.В. // Вестник СибГИУ. – 2016. – № 3 (17). – С. 11.

Показана актуальность разработки метода прогнозирования геомеханических параметров взаимовлияющих подземных выработок и целиков при отработке угольных пластов сложного строения на шахтах Кузбасса. Выделены участки околотрековых целиков, в которых прогнозируется ухудшение геомеханических условий при использовании системы разработки длинными столбами с проведением сдвоенных подготовительных выработок. Участки возникают при неблагоприятных сочетаниях напряжений в зоне опорного давления от движущихся забоев и существующих в пласте участков, где выработки проведены и целик сформирован; целик находится под влиянием опорного давления лавы с одной стороны; наблюдается влияние на целик выработанного пространства с одной стороны; целик находится под влиянием опорного давления второй лавы; наблюдается влияние на целик выработанного пространства с двух сторон. Перечислены факторы, влияющие на картину распределения напряжений в окрестности взаимовлияющих выработок и целиков. Описаны элементы геомеханической системы «устойчивая подготовительная выработка, охраняемая неоднородным целиком», которые объединены пространственно-временным взаимодействием. Для оценки состояния целиков и, соответственно, прогноза устойчивости подготовительных выработок (исходя из анализа совместного влияния обозначенных факторов) предложено учитывать последовательное деформирование целиков (пять стадий). Ил. 3. Библ. 13.

Ключевые слова: неоднородный угольный целик, подготовительная выработка, напряженно-деформированное состояние, геомеханическая система, стадии деформирования, опорное давление.

Analysis of geomechanical parameters influence the interaction of underground workings and pillars in mining coal seams of complex structure / Rib S.V. // Bulletin of SibSIU. – 2016. – № 3 (17). – P. 11.

The article describes the relevance of the development of geomechanical parameters influence the interaction prediction method of underground workings and pillars in mining coal seams of complex structure in the Kuzbass mines. The areas around drifts pillars have been allocated, which projected deterioration of the geomechanical conditions uses long poles development system with holding dual development workings. Lots occur under unfavorable combinations of stresses in bearing pressure zone from moving faces and existing in the reservoir (5 areas: production conducted entirely formed, is entirely under the influence of the reference face pressure on the one hand, the impact on the rear sight out space on the one hand, is entirely under the influence of the reference pressure of the second face, effect on rear sight out space on both sides). The authors enumerate the factors that influence the stress distribution pattern in the vicinity of mutually influencing developments and pillars. The elements of geomechanical system «sustainable development workings, secure heterogeneous pillar» combined spatio-temporal interaction have been described. It has been proposed to assess the state pillar and therefore the forecast of stability of development workings, based on the analysis of the joint influence of identified factors to take into account the consistent deformation of the pillars (5 stages). Fig. 3. Ref. 13.

Keywords: inhomogeneous coal pillars, preparatory entries, stress-strain state, geomechanical system, stage of deformation, reference pressure .

УДК 622.273

Анализ влияния изменчивости горно-геологических и горнотехнических параметров на форму и размеры блоков, панелей и выемочных столбов в пределах шахтных полей / Исаченко А.А., Петрова О.А. // Вестник СибГИУ. – 2016. – № 3 (17). – С. 15.

Обоснованы необходимость и направления повышения адаптивности технологических систем угольных шахт к изменчивым горно-геологическим условиям. Ил. 2. Библ. 11.

Ключевые слова: шахтное поле, проект, горно-геологические параметры, горнотехнические параметры, изменчивость, подземная геотехнология.

Analysis of the impact of geological variability and mining parameters on the shape and size of the blocks, panels and the extraction blocks within the mine takes / Isachenko A.A., Petrova O.A. // Bulletin of SibSIU. – 2016. – № 3 (17). – P. 15.

In the article the necessity and directions of increase of coal mines technological systems adaptability to changing mining and geological conditions are given grounds. Fig. 2. Ref. 11.

Keywords: mine field, project, mining and geological parameters, mining and technical parameters, the variability, underground geotechnology.

УДК 621.499.4

Обоснование выбора и аргументация использования водородного топливного элемента для автомобиля / Шугаев О.В., Воскресенская Т.П. // Вестник СибГИУ. – 2016. – № 3 (17). – С. 19.

Рассмотрены топливные элементы, непосредственно использующиеся на автомобильном транспорте, дан их сравнительный анализ. Определены наиболее актуальные проблемы, связанные с эксплуатацией рассматриваемых водородных генераторов. Выявлен и обоснован наиболее оптимальный вид топливных элементов, которые способны решить некоторые проблемы традиционных установок. Проведено сравнение предложенного водородного элемента и топливных энергоустановок, использующихся на автомобильном транспорте, сделано аналитическое обобщение. Табл. 2. Библ. 11.

Ключевые слова: топливный элемент, водород, автомобильный транспорт, топливная экономичность.

The choice and argumentation of hydrogen fuel cell for cars / Shugaev O.V., Voskresenskaya T.P. // Bulletin of SibSIU. – 2016. – № 3 (17). – P. 19.

The paper examines fuel cells, used directly in road transport, as well as gives their comparative analysis. The most actual problems associated with the operation of the considered hydrogen generators have been defined. The most optimal type of fuel cell that can solve some problems of traditional systems has been identified and justified. A comparison of the proposed hydrogen element of fuel power plants used in road transport, with further analytical generalization has been done. Table 2. Ref. 11.

Keywords: fuel cell, hydrogen, road transport, fuel efficiency.

УДК 621.01

Обоснование необходимых и достаточных условий полной идентификации кинематических цепей / Гудимова Л.Н. // Вестник СибГИУ. – 2016. – № 3 (17). – С. 22.

В статье показано, что провести полную идентификацию сложных кинематических цепей, созданных из различных по сложности звеньев, по существующей классификации невозможно. Считая, что теория кинематических цепей может быть вполне разработанной лишь в том случае, если сам объект исследования получит полную идентификацию или полную его распознаваемость, в работе представлены и обоснованы дополнительные критерии – классификационные параметры, которые позволят в полной мере отличать цепи друг от друга. Такими параметрами являются: числа ветвей цепи γ , числа выходов цепи δ , числа изменяемых замкнутых контуров α и их сложность α_i . Кроме того, в работе установлены зависимости между существующими классификационными параметрами n , m и τ и дополнительно введенными. На примере двух механизмов показаны отличия в их структурах по предлагаемым параметрам. Ил. 2. Библ. 10.

Ключевые слова: кинематическая цепь, число звеньев, базисное звено, число выходов, число замкнутых контуров.

Substantiation of necessary and sufficient conditions for full identification of kinematic chains / Gudimova L.N. // Bulletin of SibSIU. – 2016. – № 3 (17). – P. 22.

In the article it is shown that a full identification of complex kinematic chains, created from a variety of complexity of the units, according to the current classification is impossible. Considering that the theory of kinematic chains can be completely developed only in the case if the object of study will receive a complete identification or recognition, the paper presents and justifies the additional criteria of the classification parameters that will allow distinguishing chains from each other. Such parameters are: the number of strands of the chain γ , the number of outputs of the circuit δ , the number of editable closed paths α and the complexity of their α_i . In addition to the work the dependences between existing classification parameters n , m and τ , are additionally introduced. For example, the two mechanisms show differences in their structures on the proposed options. Fig. 2. Ref. 10.

Keywords: kinematic chain, number of links, the base link, the number of outputs, the number of closed contours.

УДК 711.4:725

Архитектура – результат органичного сочетания различных дисциплин и ситуаций, ставших в настоящем более неполными и непостоянными, нежели в прошлом / Осипов Ю.К. // Вестник СибГИУ. – 2016. – № 3 (17). – С. 26.

Общественные здания – система культурно-бытового обслуживания. Показана роль типологии в определении количественных и качественных показателей проектирования общественных зданий. Представлена необходимость создания крытых рынков в городских районах. Предложен проект кафе-клуба для парковой зоны г. Новокузнецка. Ил. 6. Библ.5.

Ключевые слова: общественные здания, крытый рынок, импортозамещение, парковая зона, кафе-клуб.

Architecture is the result of the organic combination of various subjects and situations that became the present more incomplete and unstable than in the past / Osipov Yu.K. // Bulletin of SibSIU. – 2016. – № 3 (17). – P. 26.

Public buildings are cultural and community service. The role of typology in the definition of indicators, both quantitative and qualitative design of public buildings is shown in the paper. The need to establish covered markets in urban areas is presented. The project Café-Club for parkland Novokuznetsk is proposed. Fig. 6. Ref. 5.

Keywords: public buildings, indoor market, import substitution, Park, Cafe Club.

УДК 725.381.01(47+57)

Морфология и эвристика гаражей для личных легковых автомобилей в суровых природно-климатических условиях / Назаренко И.К. // Вестник СибГИУ. – 2016. – № 3 (17). – С. 31.

Излагается суть эвристического метода подбора морфотипов гаражей для личных легковых автомобилей в конкретных условиях селитебных территорий. Рекомендуется разработка более точного и простого метода квалитетирования требований, предъявляемых к гаражам со стороны владельцев и невладелцев личных легковых автомобилей в тех же условиях. Табл. 5. Библ. 3.

Ключевые слова: Север Российской Федерации, суровые природно-климатические условия, гаражи для личных легковых автомобилей, морфология, эвристика.

Morphology and heuristics garages for private cars in harsh climatic conditions / Nazarenko I.K. // Bulletin of SibSIU. – 2016. – № 3 (17). – P. 31.

The article contains the substance of the heuristic method selection morphotypes of garages for private cars in the specific context of residential areas. It is recommended to develop a more accurate and simple method of quality-relevant requirements of garages by the owners and non-personal passenger cars under the same conditions. Table 5. Ref. 3.

Keywords: North of the Russian Federation, harsh climatic conditions, garages for personal cars, morphology, heuristics.

УДК 681.5

Модернизация систем автоматизации управления (на основе последних достижений в разработке подобных систем) / Мышляев Л.П., Лысенко О.Н., Грачев В.В., Лысенко Н.Л., Шипунов М.В., Прокофьев С.В. // Вестник СибГИУ. – 2016. – № 3 (17). – С. 43.

Увеличивающаяся сложность автоматизированных промышленных комплексов, повышение требований к их эффективности вызывают необходимость проведения модернизации систем автоматизации управления технологическими комплексами (САУ ТК), созданными в начале XX века. На примере углеобогатительной фабрики «Антоновская» показана необходимость проведения такой модернизации. Представлены

недостатки действующих САУ ТК обогатительных фабрик, определены этапы их модернизации на основе опыта проведения модернизации подобных систем. Предложена схема технической структуры верхнего уровня САУ ТК обогатительной фабрики, основу которой составляют технические средства корпорации Hewlett-Packard и программное обеспечение компании Invensys. Такая схема отвечает самым современным требованиям и позволяет проводить модернизацию без остановки основного производства в сжатые сроки и с минимальными финансовыми затратами. Ил. 1. Библ. 10.

Ключевые слова: система автоматизации управления, углеобогатительная фабрика, техническое обеспечение, информационное обеспечение, MES-система, SCADA-система, мнемосхема, АРМ диспетчера, сервер предыстории, инженерная станция.

Modernization of automated control systems (based on the latest achievements of the development of similar systems) / Myshlyayev L.P., Lysenko O.N., Grachev V.V., Lysenko N.L., Shipunov M.V., Prokofyev S.V. // Bulletin of SibSIU. – 2016. – № 3 (17). – P. 43.

The increasing of complexity of automated industrial systems, increasing of requirements for effectiveness initiates the need for modernization of automated control systems of technological complexes (ACS TC), created at the beginning of the XX century. In the article on the example of coal preparation plant (PP) «Antonovskaya» is shown the need for such modernization. It is presented disadvantages of existing ACS TC PP, it is defined stages of their modernization, formed on the basis of experience of the modernization of similar systems. It is proposed a scheme of the technical structure of the upper level of ACS TC PP, which is based on the hardware of corporation Hewlett-Packard and the software of Invensys company, qualified the most modern requirements and allowed to do modernization without stopping the main production, in the shortest possible time and with minimal cost. Fig. 1. Ref. 10.

Keywords: automated control system, coal-preparation plant, hardware, dataware, MES, SCADA, mimic, workstation of dispatcher, history server, station of engineer.

УДК 681.51

Развитие систем управления с прогнозирующими физическими моделями / Мышляев Л.П., Евтушенко В.Ф., Бурков В.Н., Ивушкин К.А., Макаров Г.В. // Вестник СибГИУ. – 2016. – № 3 (17). – С. 47.

Предложен вариант развития систем управления с физической прогнозирующей моделью, в котором модельная система встроена в управляющую часть натурной. Этот вариант основан на подобии модельной и натурной систем управления. Разработан алгоритм функционирования предложенного варианта. Ил. 4. Библ. 11.

Ключевые слова: системы управления, прогнозирование, управление подобием, физические модели.

Extension of control systems with the physical predictive models / Myshlyayev L.P., Evtushenko V.F., Burkov V.N., Ivushkin K.A., Makarov G.V. // Bulletin of SibSIU. – 2016. – № 3 (17). – P. 47.

The authors offer the variant of the extension of control systems with the physical predictive model in which the model system built into the control part of the full-scale control system. The variant is based on the similarity of the model and full-scale control systems. The algorithm of functioning of the proposed variant is developed. Fig. 4. Ref. 11.

Keywords: control systems, predication, control for similarity, physical models.

УДК 614.8.084

Проблемы государственного регулирования в вопросах экономического стимулирования работодателей по улучшению условий и охраны труда / Фомин А.И., Поздняков А.Н., Лежава С.А., Семина И.С. // Вестник СибГИУ. – 2016. – № 3 (17). – С. 56.

Рассмотрены проблемы государственного регулирования в вопросах экономического стимулирования работодателей по улучшению условий и охраны труда. С вводом в действие Федерального закона от 24 июля 1998 г. № 125-ФЗ в той или иной мере была решена только первая задача по возмещению вреда застрахованным. Оставшиеся две задачи (обеспечение экономической заинтересованности субъектов страхования в снижении профессионального риска и обеспечение предупредительных мер по сокращению произ-

водственного травматизма и профессиональных заболеваний) по ряду причин не реализуются в должной мере на практике. Табл. 6. Библ. 25.

Ключевые слова: травматизм, профзаболеваемость, социальное страхование, скидки и надбавки к страховому тарифу, предупредительные меры.

Problems of state regulation in matters of economic incentives for employers to improve working conditions and safety / Fomin A.I., Pozdnyakov A.N., Lezhava S.A., Semina I.S. // Bulletin of SibSIU. – 2016. – № 3 (17). – P. 56.

The article considers the problems of government regulation on economic incentives for employers to improve working conditions and safety. With the introduction of the Federal Law of July 24, 1998 No 125-FZ to some extent only the first challenge to compensate for damage to the insured has been solved. The remaining two objectives: ensuring the economic security of subjects of interest to reduce the occupational risk and to ensure preventive measures to reduce occupational accidents and diseases for several reasons not adequately implemented in practice. Table 6. Ref. 25.

Keywords: injuries, occupational diseases, social insurance, discounts and allowances to insurance rates, preventive measures.

УДК 614.8.084

Формирование механизма материального стимулирования работников к безопасному и безвредному труду / Фомин А.И., Поздняков А.Н., Лежава С.А., Семина И.С. // Вестник СибГИУ. – 2016. – № 3 (17). – С.

Проведен анализ травматизма и профзаболеваемости в целом по России и по виду экономической деятельности: «Производство и распределение электроэнергии, газа и воды». Предложен механизм материального стимулирования работников к безопасному и безвредному труду. Ил. 3. Табл. 3. Библ. 18.

Ключевые слова: травматизм, профзаболеваемость, риск, человеческий фактор, индивидуальное социальное страхование.

Formation of the mechanism of material incentives for workers to safe and without harmful work / Fomin A.I., Pozdnyakov A.N., Lezhava S.A., Semina I.S. // Bulletin of SibSIU. – 2016. – № 3 (17). – P.

The article analyzes the accidents and occupational diseases in the whole of Russia and on economic activity, "Production and distribution of electricity, gas and water". The mechanism of material incentives for workers to work safe and harmless.

Keywords: injuries, occupational diseases, risk, human error, individual social insurance.

УДК 334.724.6

Анализ факторов, влияющих на достижение пороговых показателей мониторинга эффективности деятельности отраслевых вузов / Бобко Т.В., Петрова Т.В. // Вестник СибГИУ. – 2016. – № 3 (17). – С. 72.

Приведен анализ показателей мониторинга эффективности деятельности высших учебных заведений в рамках реализации государственной политики в области образования и Указа Президента РФ от 7 мая 2012 г. № 599 «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки». Изучена методика оценки эффективности деятельности вузов, предложенная Министерством образования и науки Российской Федерации, выявлено влияние внешних и внутренних факторов на достижение пороговых значений показателей мониторинга эффективности деятельности вузов первой группы. Задача повышения обоснованности пороговых значений показателей эффективности деятельности вузов с учетом специфики региональной подготовки кадров рассмотрена на примере Кемеровской области, основополагающими факторами которой являются металлургическая и горная. Сформирована матрица внешних и внутренних факторов, отражающих воздействие на достижение пороговых значений показателей эффективности деятельности вузов. Сделаны выводы о преобладающем влиянии на достижение пороговых значений этих показателей внешних факторов. Табл. 2. Ил. 3. Библ. 15.

Ключевые слова: эффективность вузов, качество образования, подготовка кадров для черной металлургии, контроль деятельности, мониторинг, методика оценки, показатели, пороговые значения, влияние факторов, матрица.

Analysis of factors that affect the achievement of border of indicators to monitor the effectiveness of industry universities / Bobko T.V., Petrova T.V. // Bulletin of SibSIU. – 2016. – № 3 (17). – P. 72.

This article analyzes the indicators for monitoring the effectiveness of higher education institutions (universities), formed as part of the state policy in the field of education and the Presidential Decree of May 7, 2012 No 599 «On measures for implementation of the state policy in the field of Education and Science». The authors of the article have studied the method of assessing the effectiveness of universities, proposed by the Ministry of education and science of the Russian Federation and revealed the influence of external and internal factors, the achievement of threshold values to monitor performance indicators for the first group of universities. The task of increasing the validity of the threshold values of performance indicators of universities, taking into account the specifics of regional training, has been examined by the example high schools of the Kemerovo area, in which basic industries are the metallurgical and mining. The matrix of external and internal factors, reflecting the impact on the achievement of performance indicators of threshold values universities has been formed. The conclusions about the predominant influence on the achievement of threshold values of monitoring indicators universities external factors have been done. Table 2. Fig. 3. Ref. 15.

Keywords: the effectiveness of universities, quality of education, training staff for ferrous metallurgy, control activities, monitoring, assessment methodology, metrics, threshold values, impact factors, matrix.

УДК 378.147:372.862

О формах проведения входного контроля уровня подготовленности обучающихся / Баклушина И.В. // Вестник СибГИУ. – 2016. – № 3 (17). – С. 78.

Рассмотрены наиболее популярные среди преподавателей СибГИУ формы входного контроля при изучении технических дисциплин (модулей). Приведены методические рекомендации по оцениванию уровня подготовленности обучающихся на этапе начала изучения дисциплины в зависимости от степени сложности входного контроля и времени, отпущенного на его проведение. Табл. 5. Библ. 7.

Ключевые слова: входной контроль, методика оценивания, начальный уровень подготовленности, формы входного контроля.

On the forms of input control level of preparedness of students / Baklushina I.V. // Bulletin of SibSIU. – 2016. – № 3 (17). – P. 78.

The article describes the most popular among teachers of SibSIU form of input control in the study of technical disciplines (modules). The authors present the guidelines for evaluating the level of preparedness of students at the beginning stage of the discipline, depending on the complexity of the input control and the time allotted for its holding. Table 5. Ref. 7.

Keywords: input control, methods of assessment, the initial level of fitness, form input control.

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

В журнале «Вестник Сибирского государственного индустриального университета» публикуются оригинальные, ранее не публиковавшиеся статьи, содержащие наиболее существенные результаты научно-технических экспериментальных исследований, а также итоги работ проблемного характера по следующим направлениям:

1. Металлургия и материаловедение.
2. Горное дело и геотехнологии.
3. Машиностроение и транспорт.
4. Энергетика и электротехнологии.
5. Химия и химические технологии.
6. Архитектура и строительство.
7. Автоматизация и информационные технологии.
8. Экология и рациональное природопользование.
9. Экономика и управление.
10. Образование и педагогика.
11. Гуманитарные науки.
12. Социальные науки.
13. Отклики, рецензии, биографии.

К рукописи следует приложить рекомендацию соответствующей кафедры высшего учебного заведения и экспертное заключение.

Кроме того, необходимо разрешение ректора или проректора высшего учебного заведения (для неучебного предприятия – руководителя или его заместителя) на опубликование результатов работ, выполненных в данном вузе (предприятии).

В редакцию следует направлять два экземпляра текста статьи на бумажном носителе, а также на электронном. Для ускорения процесса рецензирования статей электронный вариант статьи и скан-копии сопроводительных документов рекомендуется направлять по электронной почте на e-mail: vestnicsibgiu@sibsiu.ru.

Таблицы, библиографический список и подрисуночный текст следует представлять на отдельных страницах. В рукописи необходимо сделать ссылки на таблицы, рисунки и литературные источники, приведенные в статье.

Иллюстрации нужно представлять отдельно от текста на носителе информации. Пояснительные надписи в иллюстрациях должны быть выполнены шрифтом Times New Roman Italic (греческие буквы – шрифтом Symbol Regular) размером 9. Тоновые изображения, размер которых не должен превышать 75x75 мм (фотографии и другие изображения, содержащие оттенки черного цвета), следует направлять в виде растровых графических файлов (форматов *.bmp, *.jpg, *.gif, *.tif) в цветовой шкале «оттенки серого» с разрешением не менее 300 dpi (точек на дюйм). Штриховые рисунки (графики, блок-схемы и т.д.) следует представлять в «черно-белой» шкале с разрешением не менее 600 dpi. На графиках не нужно наносить линии сетки, а экспериментальные или расчетные точки (маркеры) без крайней необходимости не «заливать» черным. Штриховые рисунки, созданные при помощи пространственных программ MS Excel, MS Visio и др., следует представлять в формате исходного прило-

жения (*.xls, *.vsd и др.). На обратной стороне рисунка должны стоять порядковый номер, соответствующий номеру рисунка в тексте, фамилии авторов, название статьи.

Формулы вписываются четко. Шрифтовое оформление физических величин следующее: латинские буквы в светлом курсивном начертании, русские и греческие – в светлом прямом. Числа и единицы измерения – в светлом прямом начертании. Особое внимание следует обратить на правильное изображение индексов и показателей степеней. Если формулы набираются с помощью редакторов формул Equatn или Math Type, следить, чтобы масштаб формул был 100 %. Масштаб устанавливается в диалоговом окне «Формат объекта». В редакторе формул для латинских и греческих букв использовать стиль «Математический» («Math»), для русских – стиль «Текст» («Text»). Размер задается стилем «Обычный» («Full»), для степеней и индексов – «Крупный индекс / Мелкий индекс» («Subscript / Sub-Subscript»). Недопустимо использовать стиль «Другой» («Other»).

Необходимо избегать повторения одних и тех же данных в таблицах, графиках и тексте статьи. Объем статьи не должен превышать 8 – 10 страниц текста, напечатанного шрифтом 14 через полтора интервала, и трех рисунков.

Рукопись должна быть тщательно выверена, подписана автором (при наличии нескольких авторов, число которых не должно превышать пяти, – всеми авторами); в конце рукописи указывают полное название высшего учебного заведения (предприятия) и кафедры, дату отправки рукописи, а также полные сведения о каждом авторе (Ф.И.О., место работы, должность, ученая степень, звание, служебный и домашний адреса с почтовыми индексами, телефон и E-mail). Необходимо указать с кем вести переписку.

Цитируемую в статье литературу следует давать не в виде подстрочных сносок, а общим списком в порядке упоминания в статье с обозначением ссылки в тексте порядковой цифрой.

Перечень литературных источников рекомендуется не менее 10. Библиографический список оформляют в соответствии с ГОСТ 7.2 – 2003: а) для книг – фамилии и инициалы авторов, полное название книги, номер тома, место издания, издательство и год издания, общее количество страниц; б) для журнальных статей – фамилии и инициалы авторов, полное название журнала, название статьи, год издания, номер тома, номер выпуска, страницы, занятые статьей; в) для статей из сборников – фамилии и инициалы авторов, название сборника, название статьи, место издания, издательство, год издания, кому принадлежит, номер или выпуск, страницы, занятые статьей.

Иностранные фамилии и термины следует давать в тексте в русской транскрипции, в библиографическом списке фамилии авторов, полное название книг и журналов приводят в оригинальной транскрипции.

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

К статье должны быть приложены аннотация в двух экземплярах объемом не менее 1/2 страницы текста, напечатанного шрифтом 14 через полтора интервала, а также ключевые слова.

В конце статьи необходимо привести на английском языке: название статьи, ФИО авторов, место их работы, аннотацию и ключевые слова.

Краткие сообщения должны иметь самостоятельное научное значение и характеризоваться новизной и оригинальностью. Они предназначены для публикации в основном аспирантских работ. Объем кратких сообщений не должен превышать двух страниц текста, напечатанного шрифтом 14 через полтора интервала, включая таблицы и библиографический список. Под заголовком в скобках следует указать, что это краткое сообщение. Допускается включение в краткое сообщение одного несложно-

го рисунка, в этом случае текст должен быть уменьшен. Приводить в одном сообщении одновременно таблицу и рисунок не рекомендуется.

Количество авторов в кратком сообщении должно быть не более трех. Требования к оформлению рукописей и необходимой документации те же, что к оформлению статей.

Корректуры статей авторам, как правило, не посылают.

В случае возвращения статьи автору для исправления (или при сокращении) датой представления считается день получения окончательного текста.

Статьи, поступающие в редакцию, проходят гласную рецензию.

Статьи журнала индексируются в РИНЦ и представлены на сайте СибГИУ (www.sibsiu.ru) в разделе Наука и инновации (Периодические научные издания (Журнал «Вестник СибГИУ»)).

Над номером работали

Темлянцев М.В., *главный редактор*

Коновалов С.В., *ответственный секретарь*

Олендаренко Н.П., *ведущий редактор*

Бащенко Л.П., *ведущий редактор*

Неунывахина Д.Т., *ведущий редактор*

Темлянцева Е.Н., *верстка*

Олендаренко Е.В., *менеджер по работе с клиентами*