


# ТЕХНИКО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕРВИСА

ISSN 2074-1146

№ 3(41), 2017

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ, издается с 2007 года

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <p>Учредитель:</p>         |  <p>Санкт-Петербургский Государственный<br/>Экономический Университет</p>   |
| <p>Редакционный совет:</p> | <p>И.А. Максимцев – ректор СПбГЭУ, д.э.н., профессор – <i>председатель совета</i>;<br/>Е.А. Горбашко – проректор по НР СПбГЭУ, д.э.н., профессор – <i>заместитель председателя совета</i>;<br/>Г.В. Лепеш – заведующий кафедрой МОБиЖКН СПбГЭУ, д.т.н., профессор – <i>главный редактор журнала</i></p> <p><i>Члены редакционного совета:</i><br/>А.Г. Боровский – к.т.н., старший научный сотрудник, председатель совета директоров Ассоциации предприятий коммунального машиностроения (ОАО "Научно - исследовательский, конструкторско-технологический институт строительного и коммунального машиностроения"), заслуженный машиностроитель РФ, г. Санкт-Петербург;<br/>А.Е. Карлик – д.э.н., профессор заведующий кафедрой экономики и управления предприятиями и производственными комплексами СПбГЭУ, г. Санкт-Петербург;<br/>С.И. Корягин – д.т.н., профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, директор института транспорта и технического сервиса БФУ им. И. Канта, г. Калининград;<br/>В.Н. Ложкин – д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки РФ, профессор Санкт-Петербургского университета государственной противопожарной службы МЧС России;<br/>В.В. Пеленко – д.т.н., профессор, заместитель директора института холода и биотехнологий по учебной работе Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики;<br/>С.П. Петросов – д.т.н., профессор, заслуженный работник бытового обслуживания, заведующий кафедрой «Технические системы ЖКХ и сферы услуг» института сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) «Донского государственного технического университета» (г. Шахты);<br/>П.И. Романов – д.т.н., профессор, директор научно-методического центра УМО вузов России (СПбГПУ), г. Санкт-Петербург;<br/>Н.Д. Сорокин – к.ф.-м. н., заслуженный эколог Российской Федерации, заместитель председателя комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности правительства Санкт-Петербурга</p>   |
| <p>Editorial council:</p>  | <p>I.A. Maksimcev – rector SPbSEU, doctor of economic sciences, professor – the chairman of the board;<br/>E. A. Gorbashko – vice rector for scientific work SPbSEU, doctor of economic sciences, professor – the vice-chairman of council;<br/>G.V. Lepesh – head of the chair of Machines and equipment for domestic and housing SPbSEU, the editor-in-chief of the magazine, doctor of engineering sciences, professor – the editor-in-chief of the scientific and technical journal</p> <p><i>Members of editorial council:</i><br/>A.G. Borovsky – candidate of technical sciences, senior research associate, chairman of the board of directors of association of the enterprises of municipal mechanical engineering (JSC Scientifically – research, design-technology institute of construction and municipal mechanical engineering), honored mechanical engineer of the Russian Federation, St. Petersburg;<br/>A. E. Karlik – doctor of Economics, professor, head of chair of Economics and management of enterprises and production complexes SPbSEU, Saint-Petersburg;<br/>S. I. Koryagin – doctor of engineering, professor, honored worker of higher school of Russian Federation, the director of institute of transport and the BFU technical service of I. Kant, Kaliningrad;<br/>V.N. Lozhkin – doctor of engineering, professor, honored scientist of Russia, Professor of St. Petersburg University of state fire service of the Ministry of Emergency Situations of Russia;<br/>V. V. Pelenko – doctor of engineering, professor, deputy director of institute of cold and biotechnologies on study of the St. Petersburg national research university of information technologies, mechanics and optics;<br/>S. P. Petrosov – doctor of engineering, professor, honored worker of consumer services, – head of the chair of "Technical systems of housing and public utilities and a services sector" of institute of services industry and businesses (branch) of "Donskoy of the state technical university" (Shakhty);<br/>P. I. Romanov – doctor of engineering, professor, director scientific and methodical center of higher education institutions of Russia (St. Petersburg state polytechnical university), St. Petersburg;<br/>N. D. Sorokin – candidate of physical and mathematical sciences, honored ecologist of the Russian Federation, vice-chairman of committee on environmental management, environmental protection and ensuring ecological safety of the government of St. Petersburg</p> |
| <p>Адрес редакции:</p>     | <p>Санкт-Петербург, Прогонный пер., д.7, лит.А, офис 111<br/>Для писем: 191023, Санкт-Петербург, Садовая ул., 21, офис. 215.<br/>Электронная версия журнала:<br/><a href="http://unicon.ru/zhurnal-tips">http://unicon.ru/zhurnal-tips</a>; <a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a><br/>Подписной индекс в каталоге «Журналы России» –95008;<br/>тел./факс (812) 3604413; тел.: (812) 3684289; +7 921 7512829;<br/>E-mail: <a href="mailto:gregoryl@yandex.ru">gregoryl@yandex.ru</a><br/>Оригинал макет журнала подготовлен в редакции</p>  |

Санкт-Петербург – 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

### КОЛОНКА ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Инженерная составляющая  
экономического образования.....3

### ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ

*Карпенко М.М., Пелевин Л.Е.,  
Богдьявичус М.* Перспектива  
использования гидравлического  
энергосберегающего привода.....7

*Иванов Д.А., Колосков А.А.* Воздействие  
натекающих воздушных потоков на  
элементы конструкции транспортных  
средств из полимерных материалов и  
особенности их диагностики.....13

*Лепеш Г.В., Моисеев Е.Н.* Оценка  
способов защиты поверхности металла  
от высокотемпературной эрозии.....20

### МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

*Великанов Н.Л., Наумов В.А., Корягин  
С.И.* Расчет расходов и уровней малых  
водотоков.....32

### ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕРВИСА

*Плоткин Б.К., Дергаль П.П.* Логистика  
вторичных материальных ресурсов и  
рециклинг в системе жилищно –  
коммунального хозяйства.....36

*Терешенкова А.Ю* Развитие института  
уполномоченного экономического  
оператора.....45

*Угольников В. В., Петров А.А.*  
Импортозамещение фармацевтической  
продукции: экономические аспекты.....51

*Лепеш А.Г., Лунева С.К., Потемкина Т.В.*  
Механизм реализации энергосберегающих  
мероприятий в коммунальной энергетике  
городов России.....56

*Угольникова О. Д.* Проблемы развития  
реальной экономики в современных  
условиях и пути решения.....69

Abstracts of the articles.....76

Требования к материалам, принимаемым для  
публикации в научно-техническом  
журнале «Технико-технологические  
проблемы сервиса».....83



### ИНЖЕНЕРНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

*Назад в будущее*

Не смотря на растущий спрос на подготовку инженерных кадров для развивающейся в последние годы промышленности, современный этап развития экономики по-прежнему требует подготовки российскими вузами экономистов и финансистов. При этом спрос абитуриентов на экономические специальности не снижается. Почти каждый третий выпускник российских школ стремится поступить на экономические специальности. На волне спроса в большинстве вузов, независимо от их профиля (технические, гуманитарные, классические), созданы экономические факультеты. Тем более, что для их открытия не требуется серьезных материальных ресурсов: лабораторий, оборудования, соответствующих специалистов. Достаточно пригласить педагогов, которые могут освоить курсы по бухучету и транслировать эти знания студентам.

На сегодняшний день в России функционируют более тысячи вузовских факультетов, выпускающих по экономическим направлениям подготовки. При чем, многие из выпускников, не смотря на непрерывно растущий спрос на квалифицированные кадры не могут найти работу по специальности. Причина – в низком качестве отечественного образования, а именно в его невосприимчивости к требованиям сегодняшнего рынка. Таким образом сложился миф о перепроизводстве выпускников вузов по экономическим специальностям. Но действительно можно говорить о некотором перепроизводстве и экономистов у нас в стране, имея в виду, что это эталон высшего образования очень среднего качества.

Сегодня высшее экономическое образование вступает в новую критическую фазу своего развития, которую связывают с вводимым понятием «инженерная экономика».

«Инженерная экономика – наука обеспечения конкурентности, созданная на стыке экономических, технических и естественных наук, изучающая инженерную экономически ориентированную деятельность по обеспечению конкурентности продукции и производства.»<sup>1</sup>

Дисциплину «Инженерная экономика» [1] вводят в российских технических вузах, готовящих инженеров для российской промышленности с целью формирования системы экономических знаний по внедрению ресурсосберегающих и энергоэффективных технологий, обеспечивающих конкурентность продукции и ее производства, способствующих развитию производства в условиях рынка. Здесь фактически обеспечивается формирование специалиста с компетенциями инженера – экономиста в рамках реализуемой в вузе направленности подготовки.

Отечественное инженерно-экономическое образование ведет свое начало еще с первых лет Советской власти, когда наряду с имевшимися экономическими институтами в ряде вузов открылись факультеты по подготовке кадров с техническим и экономическим образованием. Именно в это время, наряду с другими, на базе института народного хозяйства им. Ф. Энгельса (ЛИНХ) было создано самостоятельное промышленное отделение<sup>2</sup>, выпускники которого в 1927 г. (79 человек) стали первыми инженерами-экономистами в нашей стране.

Окончательно инженерно-экономическое образование сложилось в середине 60-х годов прошлого столетия, когда в Советском Союзе после попытки проведения реформ в промышленности стали уделять внимание экономическим аспектам проектирования изделий и формирования производственных систем.

Наиболее востребованы выпускники высшей школы с инженерно-экономическим образованием были в начале восьмидесятых годов, когда на большинстве предприятий машиностроения (тракторного, сельскохозяйственного), электротехнической промышленности и других

<sup>2</sup> В 1930 г. промышленное отделение ЛИНХа было реорганизовано в Институт промышленности и труда, который затем получил имя – Ленинградский инженерно-экономический институт (ЛИЭИ); с 1992 г. – Санкт-Петербургская государственная инженерно-экономическая академия; с 2000 г. - Санкт-Петербургский государственный инженерно-экономический университет; в 2012 г. вошел в состав СПбГЭУ

<sup>1</sup>Источник:<http://refleader.ru/jgeotrujgmerqas.html>

отраслей возросла необходимость функционально-стоимостного анализа проектирования, производства и управления техническими и организационными системами. Появилось стимулирование инженерно-экономических разработок со стороны отраслевых министерств и партийных органов.

Существовавшая в это время система подготовки инженеров-экономистов для промышленности, строительства, транспорта и др. базировалась более чем на 40 отраслевых вузах. Учебные планы по инженерно-экономическим специальностям предусматривали помимо изучения математики, экономических и общественных дисциплин с расширенным курсом политической экономии: курсы физики, химии, группы технических дисциплин по избранной специальности (сопротивление материалов, техническую механику, технологию производства, машины и оборудование и др.). При этом имела место глубокая специализация по отдельным отраслям промышленности (машиностроительной, химической, радиоэлектронной, металлургической, горной, нефтегазовой, лесной, полиграфической, легкой и др.) и транспорта (железнодорожного, автомобильного, воздушного, водного), энергетики, строительства, связи, городского хозяйства. Готовились и инженеры-экономисты специальных профилей, которые использовались во всех отраслях промышленности и транспорта, например, по организации механизированной обработки экономической информации.

Произошедшая в девяностые годы деинституционализация экономики с ликвидацией ее отраслевой структуры и реформированием предприятий промышленности привела к полной потере стимулов экономической деятельности, к смещению акцентов от повышения качества и снижения издержек производства "к борьбе за региональные привилегии" [2]. Вместе с этим была утрачена предметная область инженерно-экономической деятельности.

Последовавшая за этим глобализация экономического пространства на фоне проявления всех основных тенденций постиндустриального перехода привела к появлению критической ситуации в сфере высшего профессионального образования. В результате – коммерциализация высшего образования, т.е. преобразование вуза в субъект рыночных отношений, оказывающего образовательные услуги населению. При этом спрос на подобные услуги в прежнем формате со стороны реальной экономики практически отсутствовал. Высшая школа перешла на подготовку специалистов универсального профиля, способных за счет уникального набора ключевых компетенций реализовать себя на постоянно де-

формирующемся экономическом пространстве, причем не имеющем устойчивых тенденций к развитию. Переход к рыночным отношениям и трансформация всей экономической системы России заставили искать новые инновационные пути развития и системы образования. В условиях глобализации экономическое образование в российских вузах стало адаптироваться реалиям мирового рынка, в основном, конкретного сегмента этого рынка, связанного с получением, переработкой и использованием энергоресурсов. Пожалуй, что сохранились только ведущие российские инженерно-экономические научные школы (МГТУ им Баумана, МГТУ «Станкин», МИЭТ и др.), ориентированные в основном на предприятия оборонного комплекса. Большинство экономических вузов, сохранив отчасти свою специализацию, полностью утратило инженерную составляющую. Окончательно процесс завершился с переходом образовательного процесса на ФГОС.

В сегодняшней ситуации главная причина слабого спроса на инженерно-экономические инструменты управления даже на ведущих российских предприятиях, заключающаяся в недостаточной связи макроэкономических процессов с инновационными работами на уровне отдельных предприятий и отдельными бизнес-процессами внутри них, сохраняется.

На сегодняшний день практически завершается переход российского государства к экономике рыночного типа, от монополии государственной собственности к многоукладности форм собственности. Новые собственники предприятий стремятся получать наибольшую прибыль от производственной деятельности, используя при этом инвестиционные и другие механизмы, способствующие к повышению эффективности и развитию производства. Потребность в экономических методах управления предприятиями реальной экономики непрерывно растет, что вызывает острую потребность в совершенствовании экономического образования, в необходимости ориентации на инженерно-экономическую грамотность.

Одной из важных особенностей сегодняшней хозяйственной деятельности является также ее интернационализация, обусловленная усилением взаимосвязи национальных экономик на международном уровне и, следовательно, их взаимозависимости. На первом этапе она затрагивала, прежде всего, сферу международной торговли. Однако в последнее время речь идет о движении капитала в инвестиции в российскую экономику, в создание производственных проектов на базе международного сотрудничества. Основным стимулом такой деятельности являет-

ся создание высокоэффективных и высокотехнологичных производств, что в свою очередь требует высокого уровня компетенций в области как экономики, так и техники, т.е. овладения полным комплексом инженерных и экономических компетенций и инженерно-экономического инструментария.

В последнее десятилетие российская промышленная политика ориентирована на развитие высокотехнологичных производств, в соответствии с требованиями, так называемого шестого технологического уклада. В качестве модели совершенного производства рассматривается «интеграция естественнонаучного, инженерного и гуманитарного знания, позволяющая создать ресурсно сбалансированные (гармоничные) производственные системы, обладающие высокой эффективностью и отвечающие интересам большинства членов общества» [3].

При этом становление и развитие инженерно-экономической сферы в промышленности и ранее в образовании должно обеспечить такую интеграцию. В любом случае взаимодействие технической и экономической составляющих в подготовке инженерно-технических кадров «дадут синергетический эффект от их использования и обогатят как инженерную, так и экономическую науку» [3].

В Москве, Санкт-Петербурге и некоторых других городах есть вузы, где действительно обучают профессии экономиста или финансиста. Некоторые из них ориентированы на соответствующие отрасли промышленности (например, Финансовая академия при Правительстве РФ готовит специалистов для банковской сферы, Санкт-Петербургский государственный экономический институт – для предприятий Газпрома), другие (например, МГУ, СПбГУ) никогда не готовили отраслевых специалистов, их выпускники в основном шли работать преподавателями высшей школы или в академические организации.

Для традиционных экономических вузов, как и для специализированных, включающих технические вузы, также актуально движение в сторону инженерной экономики. Потребности современного рынка диктуют необходимость возврата к подготовке инженера-экономиста, владеющего комплексом инженерно-технических компетенций, ориентированного на развитие экономики в направлении высокотехнологичного производства. Подготовка кадров для высокотехнологичных производств должна пользоваться первоочередной государственной поддержкой, а экономические вузы, ориентированные на такую подготовку, пользоваться соответствующими предпочтениями.

Главная возможность диверсификации экономического образования в сторону инженерной подготовки предоставляемая ситуацией, сложившейся в связи с предстоящим переходом на новые государственные образовательные стандарты – так называемые ГОСЗ+. В рамках этих стандартов возможно формирование эффективных образовательных программ подготовки инженеров-экономистов. Использование (или неиспользование) этой возможности целиком зависит от университетов, формирующих образовательные программы.

Концепция, положенная в основу перехода на новую инженерно-экономическую основу традиционного экономического вуза, может базироваться на возврат к дисциплинам инженерной подготовки, в ГОС предыдущего поколения, обязательно основанная на компетентностном подходе и уровне высшего образования. Однако ведущая роль в подготовке инженеров-экономистов (бакалавров и магистров) здесь должна отводиться информационным технологиям, в значительной мере повышающим коммуникабельность образовательного процесса, позволяющим увеличить объемы и сократить сроки усвоения информации [4]. При этом должна быть сохранена и еще более развита отраслевая специализация подготовки инженеров-экономистов и производственных менеджеров, характерная для того или иного университета.

Учитывая традиционные особенности российского образования, заключающиеся в широком изучении фундаментальных наук, таких как: математика, механика, физика, а также с целью устранения разрыва между "чистыми" и прикладными науками, важное значение для подготовки инженеров-экономистов имеет изучение самих систем программирования, построенных на алгоритмических языках 3 – 4 поколений уже на уровне бакалавриата, таких как C++, Matlab/Simulink и др. Помимо возврата к изучению основ естественных наук здесь необходимо введение специального курса «Моделирование физических процессов на ЭВМ», дающего основные знания о процессах, происходящих в физическом мире, методах их математического моделирования и взвешенной оценки основных физических величин, их характеризующих.

Для освоения общепрофессиональных компетенций в учебном процессе многих вузов получили распространение компьютерные системы для проектирования и выполнения конструкторской и технологической документации, реализующие двух и трехмерную графику, такие как Компас-3D, AutoCad, SolidWorks и др. с полной поддержкой российских стандартов. Эти системы позволяют не только создавать, но и про-

изводить технико-экономическое обоснование проектов, управлять ими. Важно отметить, что перечисленные программы являются развитыми препроцессорными средствами, используемыми для решения широкого класса инженерных задач проектирования и производства продукции путем сквозного использования CAD/CAM/CAE/PDM/PLM технологий [5]. При этом уже на стадии бакалавриата необходимо изучение применения встроенных там процессоров для решения задач механики и гидро-газодинамики (CosmosWorks (Simulation), Floworks (FloSimulation и др.) в рамках возврата к базовым инженерным дисциплинам курсов прикладной механики и основ проектирования. Здесь актуально возвратиться на новом уровне к ранее читаемому курсу «Основы проектирования и конструирования». Применение компьютерной технологии здесь не только сокращает затраты времени, но и является важным фактором развития творческих способностей студентов.

Особое значение приобретает подготовка уже на базе магистратуры инженеров-экономистов нового типа –исследователей, играющих ключевую роль в ускорении научно-технического прогресса. Техничко-экономическое обоснование работ по созданию перспективных конструкционных материалов, принципиально новых технологий, систем автоматизированного проектирования и конструирования, комплексно-автоматизированных производств нуждается в инженерах-экономистах, способных выполнять научные исследования и разработки на уровне, превышающем лучшие мировые достижения. Здесь центральное значение отводится изучению компьютерного инжиниринга (Computer-Aided Engineering), для которого характерны такие черты как мультидисциплинарность и надотраслевой характер – инновационная МЗ-концепция "MultiDisciplinary & MultiScale / MultiStage& MultiTechnology (MultiCAD & MultiCAE)" [5].

Очевидно, что потребуется и лабораторная база [6], так как при подготовке будущих инженеров-экономистов необходимо учитывать то, что их будущая деятельность будет осуществляться в условиях техногенной обстановки, определяемой реальными экономическими условиями и производствами. Тогда в область компетенций таких выпускников обязательно должны входить знания и навыки общения со специальным оборудованием и системами жизнеобеспечения в рамках соответствующей отрасли экономики. В рамках инженерно-экономического образования необходимо введение курсов «Техника для бизнеса», «Технико-технологические системы отрасли» и др., отражающие профиль подготовки.

Резкий переход на инженерно-экономическое образование связан с преодолением ряда субъективных трудностей, связанных с необходимостью изменения траектории образовательного процесса. Основные две.

Первая связана с необходимостью преодоления попыток максимального сохранения структуры существующих учебных планов, привязанных к конкретным преподавателям в условиях сокращения объемов времени и сроков учебного процесса.

Вторая трудность обусловлена нынешней устоявшейся организационной структурой, где состав направлений подготовки напрямую связан с составом кафедр и факультетов. Где организационная структура привязана не к центрам компетенций [7], а напрямую связана с составом направлений подготовки бакалавров и менеджеров, предусмотренных ФГОС.

Осознание и преодоление обоих факторов и формирование образовательного пространства на базе центров компетенций, включающих инновационные структурные подразделения [8] и кафедры, формирующие инженерные компетенции в пространстве экономического образования – залог формирования инженера-экономиста нового поколения.

### Литература

1. Кочетов В. В., Колобов А. А., Омельченко И. Н. Инженерная экономика. –М.: МГТУ им Баумана, 2005. – 667 с.
2. Клейнер Г. Предприятие – упущенное звено в цепи институциональных преобразований в России // Проблемы теории и практики управления. - 2002. - № 2. – С. 22-26.
3. Колбачев Е. Б Развитие российской инженерной экономики и производственного менеджмента: Роль высшего образования// Вестник ЮРГТУ (НПИ). 2010. № 2. – С 15 – 24.
4. Лепеш Г.В. Применение информационных технологий при подготовке инженерных кадров. //Технико-технологические проблемы сервиса. – 2016. №3(37), С.14– 23.
5. Компьютерный инжиниринг: учеб. пособие / А. И. Боровков [и др.]. – СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2012. – 93 с.
6. Лепеш Г.В. Инновационный путь развития вузовской лабораторной базы. // Технико-технологические проблемы сервиса. №4(38), 2016 г. С.39– 43.
7. Лепеш Г.В. Формирование научно-педагогической школы как фактора структурного совершенствования вуза. // Технико-технологические проблемы сервиса. –2017, №1(39). С.14 – 17.
8. Лепеш Г.В. Повышение роли инновационных технологических центров в современных условиях реализации проблемно-ориентированного обучения.// Технико-технологические проблемы сервиса. –2016, №1(35). С. 3 – 5

**ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО  
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО ПРИВОДА**М.М. Карпенко<sup>1</sup>, Л.Е. Пелевин<sup>2</sup>, М. Богдявичус<sup>3</sup><sup>1,3</sup>*Вильнюсский Технический Университет им. Гедиминаса (ВГТУ),  
LT-10105, Литва, г. Вильнюс, ул. Плитинес, 27;*<sup>2</sup>*Киевский Национальный Университет Строительства и Архитектуры (КНУСА),  
03680, Украина, г. Киев, Воздухофлотский проспект, 31.*

В статье рассматривается повышение эффективности использования вилочного погрузчика класса IV-VII (с двигателем внутреннего сгорания) посредством внедрения предлагаемой гидравлической энергосберегающей системы. Проводится оценка перспективности ее использования на примере погрузчика HANGCHA CPCD160N-XG35. Проведен анализ и расчет базовой гидравлической системы и предлагаемой гидросистемы погрузчика. В результате определена годовая экономия топлива и сделаны выводы касательно повышения топливной экономичности погрузчика с системой энергосбережения по сравнению с базовой системой.

*Ключевые слова:* Энергосбережение, гидравлический привод, вилочный погрузчик, расход топлива, цикл работы.

**PROSPECT OF USING A HYDRAULIC POWER-SAVING DRIVE**

М.М. Karpenko, L.Ye. Pelevin, M. Bogdevičius

*Vilnius Gediminas Technical University (VGTU), LT-10105, Lithuania, c. Vilnius, Plytines st., 27;  
Kiev National University of Construction and Architecture (KNUCA),**03680, Ukraine, c. Kiev, Povitroflotskyi Avenue, 31.*

The article considers the increase in the efficiency of using a forklift loader of IV-VII class (with an internal combustion engine) by introducing the proposed hydraulic energy-saving system of the working equipment. Assesses the prospects of its use as an example the loader HANGCHA CPCD160N-XG35. Carried out analysis and calculation of the basic hydraulic system and the proposed hydraulic system of the loader. As a result, the calculation of the annual fuel economy has been made and conclusions have been reached on improving the fuel efficiency of a forklift truck with an energy-saving system in comparison with the base system.

*Keywords:* Energy saving, hydraulic drive, forklift, fuel consumption, work cycle.

**Введение**

Во многих областях производства широкое распространение имеют различные машины, предназначенные для погрузки, выгрузки материалов и объектов. Расходы на погрузку и разгрузку, включая перегрузки при транспортировке, составляют в среднем 25 – 30% общей стоимости. Используемые для этих работ вилочные погрузчики наряду с преимуществами (маневренность, возможность получения больших удельных усилий, масса и стоимость) имеют ряд недостатков, в том числе и большие энергетиче-

ские затраты привода. С каждым годом идет постоянное совершенствование и оптимизация данной техники, ее рабочих органов и приводов. В последнее время широкое распространение в данных машинах получил гидропривод. Однако его высокая энергоемкость, которая потребляет почти всю мощность двигателя, и невысокое значение коэффициента полезного действия (КПД) 60 – 80%, делает актуальным и необходимым проведение исследований в направлении повышения эффективности использования гидропривода.

<sup>1</sup>*Карпенко Микола – докторант кафедры Мобильной техники и железнодорожного транспорта, ВГТУ, тел.: +370 606 58 323, e-mail: mykola.karpenko@vgtu.lt;*

<sup>2</sup>*Пелевин Леонид Евгеньевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Строительных машин им. Ю.О. Ветрова, КНУСА, , тел.: +38063 641 00 82, e-mail: pelevin.leonid@ukr.net;*

<sup>3</sup>*Марийонас Богдявичус – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой Мобильной техники и железнодорожного транспорта, ВГТУ, тел.: +370 698 18 490, e-mail: marijonas.bogdevicius@vgtu.lt*

### Основной материал

Вилочные погрузчики класса IV-VII (с двигателем внутреннего сгорания) – незаменимая техника для промышленных цехов, строительных площадок и складских помещений, где существует актуальная необходимость транспортировки и штабелирования разнообразных грузов на внутрипроизводственной территории. Обусловлено это высокой универсальностью (использованием сменного рабочего оборудования) и возможностью их использования в различных условиях работ и различных областях применения. В результате чего происходит постоянное увеличение количества погрузчиков, а также повышение их мощностей, технического уровня, что в свою очередь еще больше расширяет область их использования [1]. При этом постоянно растут и требования к данной технике основными из которых являются: производительность, экологичность, надежность и малая энергоемкость.

В предшествующем развитии данной техники снижение эксплуатационных расходов за счет уменьшения топливного расхода не имело важного значения по сравнению с другими проблемами ее совершенствования. В наше время, в связи с постоянным ростом цен на энергоносители, это становится одной из приоритетных задач повышения эффективности использования погрузчиков [2].

Расчет средней стоимости одной машино-часа эксплуатации вилочного погрузчика представлены в виде диаграммы на рисунке 1, согласно [3].

Как видно из диаграммы, затраты на топливо составляют почти половину (44%) от всех затрат на один машино-час эксплуатации погрузчиков. При этом учитывая постоянство роста цен на топливо (энергоноситель), при расчете одного машино-часа эксплуатации погрузчика также будут увеличиваться, затраты на топливо.

Чаще всего в данной технике в качестве рабочего оборудования используется гидропривод. Причем, гидропривод в некоторых типах машин применяется не только для управления рабочим оборудованием, но и для привода ходового, рулевого и т.д. управления. В результате гидропривод все больше и больше затрачивает мощность двигателя внутреннего сгорания, поэтому и возникает потребность в оптимизации гидропривода с точки зрения потребления энергии двигателя. Использование различных технических решений в области энергозатрат [4], использование энергосберегающих систем [5], судя по мировым публикациям, может дать значительную экономию топлива.

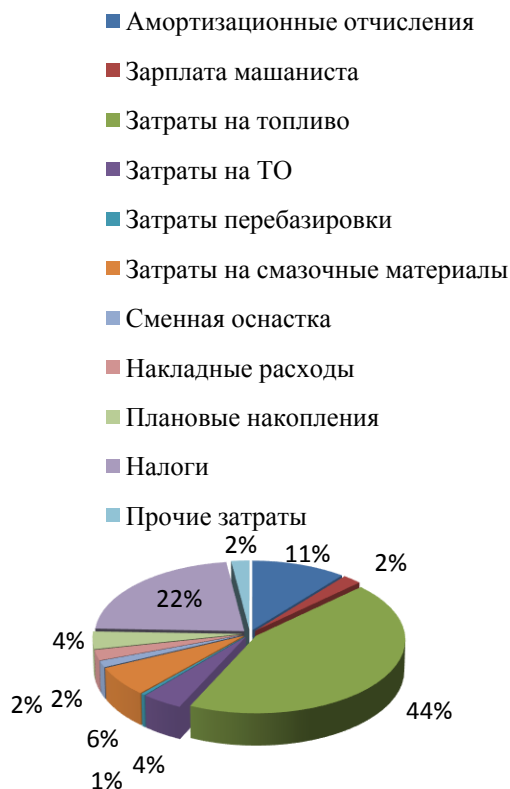


Рисунок 1 – Диаграмма средней стоимости одного машино-часа эксплуатации вилочного погрузчика

Одним из способов снижения энергопотребления является уменьшение динамических воздействий на энергетическую установку. Это может быть достигнуто введением упругодемпфирующих элементов в гидропривод погрузчика или в систему устройств преобразования энергии (двигатель – насос, насос – гидроцилиндр). Например, введение их в силовые цилиндры погрузочного манипулятора грузоподъемностью 0,8 т позволило снизить энергозатраты на 7...12% за счет снижения пиковых забросов давления в гидравлическую систему на переходных режимах и, соответственно, снижения динамического воздействия на гидронасос [6, 7].

Также часто, как энергосбережение в гидроприводе применяют новейшие системы распределения энергопотоков (управления). Функционирования потока распределительных систем позволяет обеспечить оптимальный технологический процесс работы машины, повисеть эффективность применения и уменьшить затраты на холостые работы гидравлической системы [8,9,10].

Использование же в рабочем цикле рекуперированной энергии позволит экономить значительные энергоресурсы. Накопление энергии



может производиться во время опускания груза, при холостых перемещениях рабочего органа или же в других случаях, например, при торможении всего агрегата [11].

Проанализировав, различные мировые технические решения в области энергосбережения в гидроприводе погрузчиков, предложена энергосберегающая система на базе вилочного погрузчика HANGCHA CPCD160N-XG35 (см. рисунок 2).



Рисунок 2 – Внешний вид вилочного дизельного погрузчика Hangcha CPCD160N-XG35

На рисунке 3 представлена принципиальная гидравлическая схема энергосберегающей системы погрузчика, на которую подана заявка на полезную модель Украины [12].

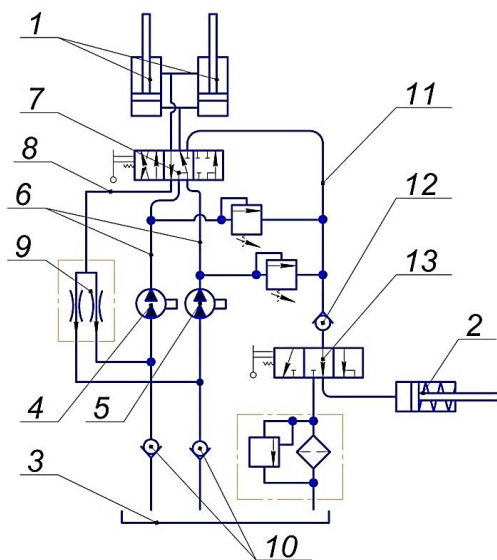


Рисунок 3 – Энергосберегающая гидравлическая система вилочного погрузчика

Суть работы гидравлической системы энергосбережения заключается в том, что при работе гидроцилиндры 1, рабочего оборудования, и гидроцилиндр перекоса 2 (может быть исключен из схемы) питаются от энергосберегающей гидравлической системы. Рабочая жидкость из бака 3 попадает в насос-моторы 4 и 5 через

магистрالی 6 и далее на входы каналов b и c трехпозиционного распределителя 7 (рисунок 4, а), который находится во II положении, рабочая жидкость попадает в поршневые полости гидроцилиндров 1, штоки которых выдвигаются. При включении распределителя 7 в I положение, в положение опускания рабочего органа, рабочая жидкость с поршневых полостей гидроцилиндров 1 через канал a распределителя 7 попадает в обводную магистраль 8 и далее через делитель потока 9 направляется на входы насос-моторов. Установленные обратные клапаны 10 препятствуют слива рабочей жидкости в гидробак 3. При этом один из насос-моторов 4 подает рабочую жидкость в штоковые полости гидроцилиндров 1 через канал b распределителя 7, а второй 5 на слив через канал c к сливной магистрали 11. Далее, жидкость, через односторонний клапан 12 до канала d трехпозиционного двух канального золотника 13 (рисунок 4, б), в положении II пропускает жидкость через канал f к гидроцилиндру 2, при этом происходит высовывание его штока. При изменении положения золотника 13 в I происходит слив жидкости из канала d к каналу e и далее через систему фильтрации 14 в бак с гидравлической жидкостью 3. В III положении золотника 13 происходит слив в канал e как с канала d и с канала f и стрела 2 втягивается. Слив обеспечивает компенсацию разницы между объемом подачи рабочей жидкости в штоковые полости с поршневых полостей гидроцилиндров 1. Также в это время насосы-моторы 4 и 5 работают, как генераторы и через валы отбора вращают генератор, питая электрическую аккумуляторную систему питания нагрузки (если таковая присутствует).

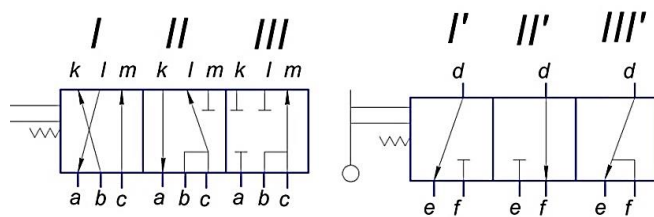


Рисунок 4 – Распределители энергосберегающей гидравлической системы: а – трехпозиционный распределитель; б – двухканальный золотник

Данное техническое решение, позволяет, использовать рекуперацию энергии гидравлической жидкости при опускании груза или рабочих органов, не используя приводной мощности, как в традиционных машинах, при этом происходит повышение надежности гидропривода благодаря отсутствию гидравлических аккумуляторов. Использование данной энергосберегающей системы гидропривода обеспечивает снижение энергопо-

требления так как в половине цикла насосы работают как моторы-генераторы заряжая электрические аккумуляторы (если такие присутствуют) или просто не потребляют мощности дизельного двигателя, а общая энергия погрузчика за полный цикл процесса подъема-опускания будет стремиться к минимуму, так как не затрачивается приводная мощность на опускание.

С помощью метода математического моделирования проанализирован процесс работы энергосберегающей гидравлической системы погрузчика при опускании рабочего оборудования спроектированной в программе *SimHydraulics*.

В ходе работы сравнивались и сопоставлялись энергозатраты при использовании гидравлической системы погрузчика HANGCHA CPCD160N-XG35 (наиболее близкой к предлагаемой системы) [13,14] и предлагаемой энергосберегающей гидравлической системы [12].

С помощью математического и компьютерного моделирования системы энергосбережения были проведены исследования о влиянии энергосберегающей системы на показатели работы погрузчика.

Принимается процесс работы погрузчика в следующем варианте:

- Погрузчик загружает объект и возвращается к месту загрузки с одновременным опусканием рабочего органа.

- Принимается включенная постоянно передача и движение происходит за счет увеличения расхода топлива двигателем внутреннего сгорания.

- Ход штоков рабочего оборудования (гидроцилиндры подъема/опускания) согласно техническим данным составляет 1,5 м.

При опускании рабочего оборудования в поршневых полостях гидроцилиндров давление изменяется по зависимости, приведенной на рисунке 5.

Как видно из графика на рисунке 5, давление в поршневых полостях гидроцилиндров рабочего оборудования при пустом опускании находится в пределах 5 МПа, вначале опускания и 12 МПа с грузом (для имитации вес груза принимается 3т.). Далее, при опускании, величина давления снижается из-за разницы давления в поршневой и штоковой полостях (в сторону выравнивания) и в опущенном положении достигает значения 2 МПа и 4 МПа, соответственно. Именно это давление (от 5 до 2 МПа и от 12 до 4 МПа) использует система энергосбережения.

Для оценочных показателей эффективности применения энергосберегающей гидравлической системы принималось следующее:

- Мощность ( $N_p$ , кВт), затрачиваемая в момент опускания рабочего органа на привод насос-моторов [3]:

$$N_p = 10^{-3} (P_{out1} - P_{in}) \cdot Q_1 \cdot \eta_1 + \dots + 10^{-3} (P_{out2} - P_{in}) \cdot Q_2 \cdot \eta_2, \quad (1)$$

где  $P_{out1}$  – давление на выходе из первого насоса, определяемое с учетом потерь, Па;

$P_{out2}$  – давление на выходе из второго насоса, определяемое с учетом потерь, Па;

$P_{in}$  – давление на входе в насосы, определяемое с учетом потерь, Па;

$Q_1$  – подача первого насоса, м<sup>3</sup>/с;

$Q_2$  – подача второго насоса, м<sup>3</sup>/с;

$\eta_1$  – полный КПД первого насоса;

$\eta_2$  – полный КПД второго насоса.

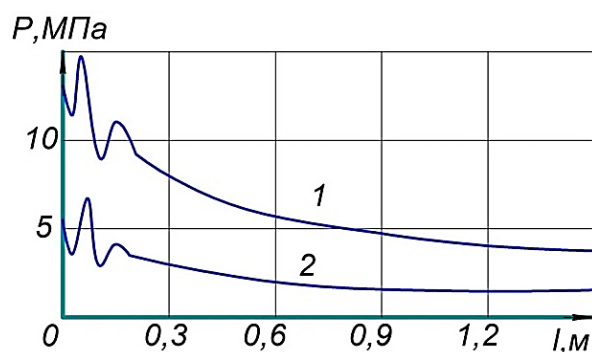


Рисунок 5 – Изменение давления в поршневых полостях гидроцилиндров: 1 – с грузом на рабочем оборудовании; 2 – без груза на рабочем оборудовании

В результате программного расчета в *SimHydraulic* представлены графики, на рисунке 6, которые отображают затрачиваемую мощность на привод насос-моторов гидросистемы в зависимости от хода штока гидроцилиндров, полученные в результате оценочных показателей эффективности применения энергосберегающей гидравлической системы.

Расположение графиков в положительной половине системы координат, означает, что насосы вырабатывают мощность и снижают нагрузку на двигатель, а в отрицательной, что они потребляют мощность двигателя.

Как видно, у базового погрузчика, не оборудованного системой энергосбережения, имеют место затраты мощности. За исключением небольшого участка в начале процесса, так как идет переход двигателя с холостых на рабочие обороты опускания, что объясняется невысокими скоростями движения рабочей жидкости, идущие на привод насосов гидросистемы.

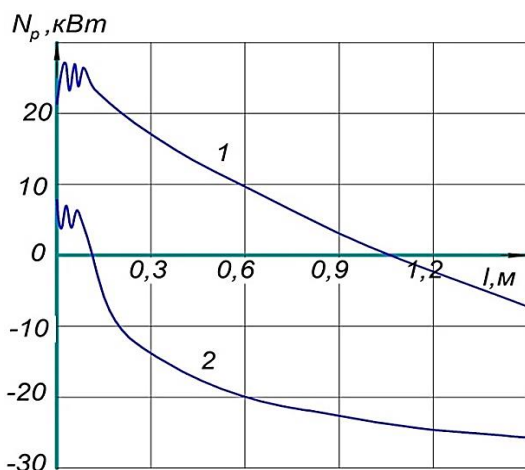


Рисунок 6 – Затрачиваемая мощность на привод насос-моторов в зависимости от хода штока гидроцилиндров: 1 – с энергосберегающей системой; 2 – без энергосберегающей системы

Для погрузчика с энергосберегающей системой период работы насосов в режиме выработки мощности составляет около 70 % от всей продолжительности работы при опускании. Период, когда происходит потребление мощности насосами гидросистемы, объясняется значительными сопротивлениями, возникающими в гидравлической системе вилочного погрузчика в конце рабочего цикла.

- Значение мгновенного временного расхода топлива ( $G_t$ , л/ч) на привод насос-моторов [1,2]:

$$G_t = \frac{q_e N_p}{1000 \cdot \rho}, \quad (2)$$

где  $q_e$  – удельный расход топлива двигателем YС6В160Z-T10, который установлен на HANGCHA CPCD160N-XG35,  $q_e = 225 \text{ г/(кВт}\cdot\text{ч)}$ ;  $\rho$  – плотность дизельного топлива,  $\rho = 860 \text{ кг/м}^3$  [15];

На рисунке 7 представлены графики, отражающие величину мгновенного часового расхода топлива на привод насосов в процессе опускания рабочего оборудования в зависимости от хода штока гидроцилиндров.

Части графиков, расположенные в отрицательной области системы координат, отражают потребление мощности насосами, что ведет к расходу топлива. Части же графиков, расположенные в положительной области системы координат, отражают работу насосов в режиме гидромоторов, вырабатывающих мощность или не потребления, что ведет к дополнительной экономии топлива.

Цикловая затрата топлива ( $G_z$ , л) [1,2] на привод насос-моторов за период опускания рабочего оборудования (период работы энергосберегающей системы):

$$G_z = \frac{t}{3600} \int_0^l G_t(l) dl. \quad (3)$$

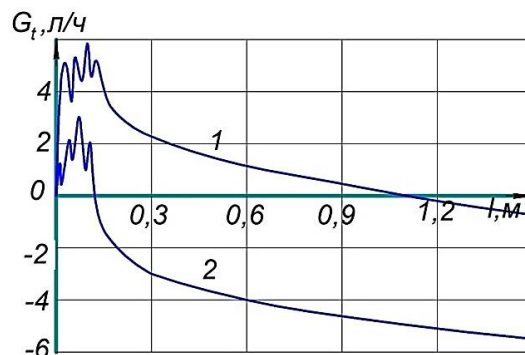


Рисунок 7 – Мгновенно часовая расход топлива на привод насосов в процессе опускания рабочего оборудования в зависимости от хода штока гидроцилиндров: 1 – с энергосберегающей системой; 2 – без энергосберегающей системы

При работе вилочного погрузчика, не оборудованного системой энергосбережения, затраты топлива на привод насосов за период опускания рабочего оборудования составляют 0,0078 л (знак минус на рисунке 8 означает, что топливо затрачивается).

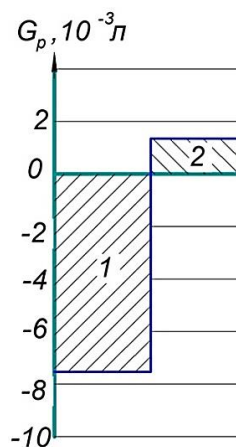


Рисунок 8 – Цикловая затрата топлива на привод насос-моторов за период опускания рабочего оборудования (период работы энергосберегающей системы): 1 – с энергосберегающей системой; 2 – без энергосберегающей системы

В случае эксплуатации базового погрузчика с системой энергосбережения не только исключаются затраты мощности и топлива на привод насосов в период цикла опускания рабочего оборудования, но и вырабатывается дополнительная мощность, которая позволяет на 0,0015л за технологический цикл снизить расход топлива. В результате величина снижения расхода топлива в случае применения системы энергосбережения за период ее работы может составить

0,0093л. Если задаться продолжительностью рабочего цикла погрузчика, к примеру 45 с., то за один час эксплуатации, снижение затрат топлива при использовании погрузчика, оборудованного системой энергосбережения, может составить около 0,744 л.

Это составляет 3,1 % максимального часового расхода топлива дизельного погрузчика HANGCHA CPCD160N-XG35 (24 л/ч согласно данным завода изготовителя). Тогда снижение расхода топлива за 8-часовую смену составит около 5,96 л, что в годовых масштабах, при годовой наработке машины 3000 ч, может дать экономии топлива в пределах 2232 л.

При нынешних ценах на дизельное топливо (на сентябрь 2017) (22,74 грн./л. в Украине, 1,044 у. е./л. в Литве и 38,07 рубл./л. в Российской Федерации) это составляет: 50756 грн./г., 2331 у.е./г., 84973 рубл./г., соответственно.

Полученные результаты показывают, что использование предложенной гидравлической системы энергосбережения позволяет повысить топливную экономичность машины, следовательно, снизить издержки на ее эксплуатацию.

### Выводы

Выполненные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Использование системы энергосбережения основанной на использовании потенциальной энергии рабочего оборудования, позволит оптимизировать и повисеть эффективности применения гидропривода, избегая значительных потерь энергии.

2. Использование предложенной энергосберегающей системы дает возможность снизить часовой расход топлива на 3,1% от первоначального его значения, равного 24 л/ч (согласно данным завода изготовителя), что в годовых масштабах может составить 2232 л.

3. Установленные закономерности способствуют разработке принципов и методов создания новых гидроприводов с максимально эффективным использованием потенциальной энергии рабочего оборудования, для повышения производительности работы и повешения экономических показателей в частности в области затрат топлива.

### Литература

1. Базанов, А.Ф. Самоходные погрузчики / А. Ф. Базанов, Г. В. Забегалов. – 2-е изд., доп. и перераб. – М.: Машиностроение, 1979. – 406 с.

2. Чебанов, Л. С. Эффективность применения погрузчиков в строительстве / Л. С. Чебанов. – Киев: Будивельник, 1987. – 80 с.: ил.

3. Бужинский А.Д. Эффективность применения энергосберегающей системы погрузчика / А.Д. Бужинский. Вестник Белорусско-Российского университета. 2008, №4 (21), с.11-18.

4. T. Horberry, T.J. Larsson, I. Johnston, J. Lambert, Forklift safety, traffic engineering and intelligent transport systems: a case study, Applied Ergonomics 35 (2004) 575–581.

5. Якушев, А.Е. Исследование энергосберегающих систем/ А.Е. Якушев // Строительные и дорожные машины. – 2003. – № 12. – С. 35–38.

6. Несмиянов И.А., Лапынин Ю.Г. Улучшение динамических характеристик гидропривода погрузчика. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2001. №6. С.36-37.

7. Несмиянов И.А., Хавронин В.П. Эластичный привод гидронасоса как способ снижения энергопотребления гидромашин. // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2007. №6. С.45-46.

8. Пелевин Л.Е., Карпенко Н.Н. /Нечеткое определение границ полной управляемости гидроприводом за счет собственных ресурсов/ Транспортные и транспортно-технологические системы: материалы Международной научно-технической конференции. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2016. – с. 238-242

9. Пелевин Л.Е., Карпенко М.М., Чемерис В.В. /Метод нечіткого визначення границ повної керованості гідроприводу будівельних машин за рахунок власних ресурсів в умовах його планового розвитку/ Зб. "Гірничі, будівельні, дорожні та меліоративні машини", вип. 86. Всеукраїнський збірник наукових праць. Київ, 2015, с. 27-33.

10. Пелевин Л.Е., Карпенко М.М. /Теоретичні засади управління системою розподілу енергопотоків у гідро- та пневмоприводах/ Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета: сб. науч. тр. / Харьк. нац. автомоб.-дор. ун-т; - Харьков : ХНАДУ, 2016. – Вып. 73. – С. 48–51.

11.Щемелев, А. М. Проектирование гидропривода машин для земляных работ / А.М. Щемелев. – Могилев: ММИ, 1995.

12.Пелевин Л.Е., Горбатюк Е.В., Карпенко М.М., Азенко А.В. заявка на полезную модель Украины № u201611809 от 22.11.16 "Энергосберегающая гидравлическая система"

13. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.hcforklift.com/products/icforklifttruck> (дата обращения 05.08.17).

14. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.bmg-ural.ru/catalog/vilochnyie-pogruzchiki/diselnye/12,0-16,0T/> (дата обращения 05.08.17).

15. ГОСТ-32511-2013 (EN 590:2009), ISO 3170:2004. Топливо дизельное ЕВРО. Межгосударственный стандарт. Технические условия. Введ. 2015-01-01. М. Изд-во стандартов, 2015, 32 с.

# ВОЗДЕЙСТВИЕ НАТЕКАЮЩИХ ВОЗДУШНЫХ ПОТОКОВ НА ЭЛЕМЕНТЫ КОНСТРУКЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ДИАГНОСТИКИ

Д.А. Иванов<sup>1</sup>, А.А. Колосков<sup>2</sup>

*Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации,  
196210, Санкт-Петербург, ул. Пилотов, 38*

Данная статья посвящена оценке влияния нестационарных дозвуковых воздушных потоков, воздействующих на элементы конструкции транспортных средств из полимерных композиционных материалов и проблемам диагностики их технического состояния.

*Ключевые слова: полимерные материалы, механические свойства, воздушный поток.*

## ACTION OF THE LEAKING-IN AIR FLOW ON THE ELEMENTS OF THE CONSTRUCTION OF TRANSPORTATION MEANS FROM THE POLYMERIC MATERIALS AND THE SPECIAL FEATURES OF THEIR DIAGNOSTICS

D.A. Ivanov, A.A. Koloskov

*Saint-Petersburg state university of civil aviation, 196210, st. Petersburg, str. Pilotov, 38*

This article is dedicated to the evaluation of the influence of the nonstationary subsonic air flow, which influence the elements of the construction of transportation means from the polymeric composite materials and to the problems of diagnostics of their technical state.

*Keywords: polymeric materials, mechanical properties, the air flow.*

Целью данного исследования является оценка влияния нестационарных дозвуковых воздушных потоков на элементы конструкции транспортных средств из полимерных композиционных материалов в процессе эксплуатации, а также разработка производственных технологий повышения механических и эксплуатационных свойств полимерных материалов, основывающихся на воздействии пульсирующих газовых потоков, которые могли бы быть применены, в том числе, при восстановительном ремонте.

Элементы конструкции транспортных средств из полимерных материалов, в том числе композиционных с полимерной матрицей, которые могут подвергаться воздействию нестационарных воздушных и других газовых течений в процессе эксплуатации, всё шире применяются в наземном и воздушном транспорте, что делает актуальным исследование последствий подобного воздействия на их прочностные свойства. Так, в ходе реализации проекта МС-21 полимерные композиционные материалы используют при изготовлении лонжеронов, панелей центроплана и консоли крыла, дренажных коробов, законцовок,

элементов механизации и управления (интерцепторы, воздушный тормоз, элерон, внешний и внутренний закрылок, руль направления, рули высоты), всего свыше 100 элементов конструкции. Большинство данных элементов в процессе эксплуатации подвергается непосредственному влиянию нестационарных воздушных потоков.

Исследования в области прочностных свойств полимерных материалов тем более важны, что к изделиям из них применимо меньшее количество методов и средств диагностирования элементов конструкции авиационной техники в сравнении с металлическими (неприменимы магнитные и вихретоковые методы контроля). Основной метод технической диагностики, к ним применяемый – ультразвуковая дефектоскопия характеризуется невысокой производительностью, особенно при значительной площади подвергаемой контролю поверхности. Поэтому представляется важной решение задачи локализации области поиска за счёт совершенствования знаний о наиболее вероятном местоположении дефектов.

<sup>1</sup>Иванов Денис Анатольевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры авиационной техники и диагностики СПбГУГА, тел.: +7 981 764 08 22, e-mail: tm\_06@mail.ru;

<sup>2</sup>Колосков Александр Александрович – аспирант кафедры авиационной техники и диагностики СПбГУГА, тел.: +7 926 904 50 55, e-mail: koloskov16@gmail.com

Полимерные материалы в большей степени поглощают энергию механических колебаний по сравнению с металлическими.

Внешнее воздействие может оказывать влияние на структуру полимеров, так, для полимера с линейной макромолекулярной структурой в условиях действия внешнего напряжения происходит перемещение макромолекул относительно друг друга.

Известно, что прочность торцового контакта макромолекул более чем на порядок превышает прочность бокового контакта и макромолекулы могут ориентироваться параллельно направлению приложения нагрузки. При этом механические свойства полимера в направлении ориентации увеличиваются до 5 раз, а в перпендикулярном направлении уменьшаются до 2 раз по сравнению с исходным значением. Анизотропия прочности объясняется изменением соотношения торцового и бокового контактов макромолекул полимера.

Кроме того, влияние на свойства полимеров могут оказывать процессы старения, интенсифицирующиеся под действием механических напряжений.

В термореактивных смолах, являющихся матрицей полимерных композиционных материалов, под действием механических колебаний могут протекать процессы устранения воздушных пузырьков, доотверждения и модификации физико-механических свойств.

Исследовалось влияние нестационарных дозвуковых воздушных потоков – газоимпульсной обработки [1 – 10] на механические и эксплуатационные свойства некоторых полимерных материалов. Обдув осуществлялся в течение 15 минут без использования нагрева при частоте пульсаций воздушного потока порядка 1130 Гц и звуковом давлении до 120 дБ. Все образцы располагались поперёк газового потока, за исключением располагавшихся как в поперечном, так и в продольном направлении образцов из полиметилметакрилата, и во всех случаях кроме последнего, направление удара маятника копра при испытаниях на динамический изгиб совпадало с направлением обдува. Результаты испытаний представлены в таблице 1.

В случае полиметилметакрилата значение предела прочности у образцов, обработанных пульсирующим газовым потоком в течение 15 минут в среднем 107 МПа при расположении вдоль газового потока и 105 МПа при поперечном расположении, что соответственно на 42,7 и 37% больше, чем у необдутых (75 МПа). При этом значение относительного удлинения как при продольном, так и при поперечном направлении обдува снижается с 3% практически до 0.

В ходе испытаний на динамический изгиб выявлено повышение ударной вязкости полиметилметакрилата в результате 10-минутной обработки пульсирующим воздушным потоком при совпадении направления удара маятника копра с направлением обдува с  $15,6 \text{ кДж/м}^2$  до  $17,4 \text{ кДж/м}^2$ , или на 11,5 %. Изломы представлены на рис. 1. При этом прочность практически не изменяется.

При увеличении продолжительности обдува до 15 минут наблюдалось значительное снижение работы, затраченной на разрушение полиметилметакрилата при совпадении направления удара маятника копра с направлением обдува (до 2,5 раз). Снижение ударной вязкости полиметилметакрилата не наблюдается при 15-минутном обдуве в направлении, перпендикулярном направлению удара маятника.

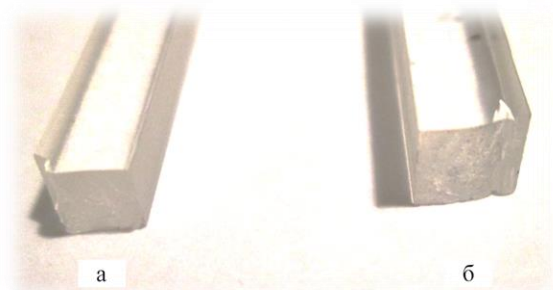


Рисунок 1 – Изломы необработанного образца (а) и образца, обработанного пульсирующим газовым потоком в течение 10 минут при совпадении направления удара маятника копра с направлением обдува (б)

Газоимпульсная обработка текстолита дала результаты увеличения ударной вязкости при поперечном направлении обдува, совпадшем с направлением динамического нагружения. Так, у необдутых образцов ударная вязкость КС в среднем составила  $33,6 \text{ кДж/м}^2$ , у обдутых образцов ударная вязкость составила  $36,7 \text{ кДж/м}^2$ , что на 9,2% больше. Текстолитовый лист, из которого были вырезаны образцы квадратного сечения, имел толщину 11,8 мм. Предел прочности текстолита при расположении обдуваемых образцов поперёк газового потока в среднем составил 129 МПа, что на 35,8 % больше, чем у необдутых (95 МПа). Такое же упрочнение наблюдалось при продольном расположении образца относительно газового потока. Относительное удлинение во всех случаях около 1%.

В случае гетинакса ударная вязкость при обдуве поперёк потока совпадает у обдутых и необдутых образцов. Предел прочности обдутых поперёк потока образцов составил в среднем 35

МПа, что на 56 % ниже, чем у необдутых (80 МПа).

Плоские образцы из стеклотекстолита обдували с широкой стороны. Стеклотекстолитовый лист (марка СТЭФ-НТ), из которого были вырезаны образцы, имел толщину 2 мм. У необдутых образцов ударная вязкость составила в среднем  $170 \text{ кДж/м}^2$ , в случае обдутых в течение 15 минут образцов ударная вязкость составила  $175 \text{ кДж/м}^2$ , что всего на 3 % больше.

Вместе с тем, если при статическом изгибе необдутые образцы полностью разрушались по достижении угла 45 градусов, то в случае обдутых образцов полного разрушения не происходит даже при складывании вдвое. При этом предел прочности стеклотекстолита может повышаться с 360 до 480 МПа или на 33%.

В случае стеклотекстолитового листа (марка СТЭФ-Ш) толщиной 5,2 мм снижение продолжительности обдува до 10 минут при поперечном расположении образца относительно пульсирующего воздушного потока приводит к более значительному росту ударной вязкости с  $89 \text{ кДж/м}^2$  до  $114 \text{ кДж/м}^2$  или на 28 % (рис 2.). Также были проведены испытания образцов из стеклотекстолита на изгиб. Обдув и изгиб осуществлялись перпендикулярно слоям. Результаты испытаний представлены в таблице 2. Эти данные свидетельствуют о положительном влиянии обработки пульсирующим газовым потоком на изгибную прочность стеклотекстолита, рост которой превышает 9%, причём имеется оптимальная продолжительность обработки, по превышении которой положительный эффект уменьшается.

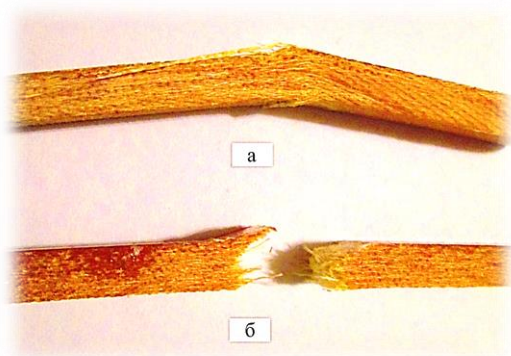


Рисунок 2 – Стеклотекстолит, испытания на динамический изгиб: а – обдув 10 мин поперёк, б – без обдува

В случае полистирола, после аналогичных обработки и испытаний, у необдутых образцов ударная вязкость составила  $11,6 \text{ кДж/м}^2$ , у обдутых образцов ударная вязкость составила  $15,9 \text{ кДж/м}^2$ , что на 37% больше. Кроме того, у

необдутых образцов трещина распространяется прямолинейно, а в случае обдутых она имеет криволинейную форму.

Образцы в виде пластин из полистирола, в том числе обдутые в поперечном направлении, испытывались на перегиб. В среднем число гибов до разрушения  $N_b=3$  у необдутых образцов и 4 у обдутых, что на треть больше. Толщина пластины составляла 1,8 мм, ширина 8 мм (рис. 3). Также, значение предела прочности полистирола увеличилось с 20,9 до 22,2 МПа или на 6,2 % при одновременном увеличении относительного удлинения, которое составило 5% против 3% у необдутых, или на 67% больше (рис. 4).

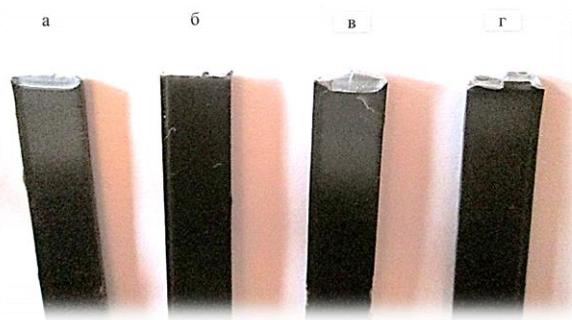


Рисунок 3 – Пластины из полистирола после испытаний на перегиб: а, б – необдутые, в, г – подвергавшиеся воздействию пульсирующего воздушного потока



Рисунок 4 – Пластины из полистирола после испытаний на растяжение: а, – необдутая, б – подвергавшаяся воздействию пульсирующего воздушного потока

В случае акрилонитрилбутадиенстирола (АБС) при поперечном направлении обдува предел прочности обдутаго образца составил 27,6 МПа, что на 20% больше, чем у необдутых, (23 МПа). В случае обдува с расположением образцов вдоль потока наблюдается рост значения предела прочности до 28 МПа, или на 22%. При этом относительное удлинение у всех образцов в среднем составило 2%. При поперечном направлении обдува ударная вязкость обдутых образцов составила, в среднем,  $50 \text{ кДж/м}^2$ , что на 25% больше, чем у необдутых ( $40 \text{ кДж/м}^2$ ). При продольном направлении обдува ударная вязкость

обдутых образцов составила, в среднем, 48 кДж/м<sup>2</sup>, что на 20% больше, чем у необдутых.

В случае стиролакрилонитрила (САН) при поперечном направлении обдува ударная вязкость возрастает с, в среднем, 20 кДж/м<sup>2</sup> до 28 кДж/м<sup>2</sup>, или на 40%, в то время, как обдув в продольном направлении практически не оказал влияния на ударную вязкость. Изломы образцов из стиролакрилонитрила после испытаний на динамический изгиб без обработки и с газоимпульсной обработкой поперёк потока представлены на рис. 5. При этом значение предела прочности, как при продольном, так и поперечном их расположении при обдуве возрастает с 31 МПа для необдутых образцов до 37 МПа, или на 19%.

В случае поливинилхлорида при поперечном направлении обдува предел прочности обдутаго образца составил 14 МПа, что на 12,5% меньше, чем у необдутых (16 МПа). При этом относительное удлинение у обдутых образцов составило 260%, что на 8% больше, чем у необдутых (240%).

В случае обдува с расположением образцов вдоль потока наблюдается рост значения предела прочности до 19 МПа, или на 18,8%. При этом относительное удлинение у обдутых образцов составило 210%, что на 12,5% ниже, чем у необдутых.

В случае полиэтилена низкого давления при обдуве поперёк потока наблюдается снижение предела прочности с 19 до 15 МПа или на 21,1%. При этом относительное удлинение у обдутых образцов в среднем составило 360%, что на 5,9% больше, чем у необдутых (340%).

В случае полиэтилена высокого давления при обдуве поперёк потока наблюдается снижение предела прочности с 7 до 3,6 МПа или на 48,6%. При этом относительное удлинение у обдутых образцов составило 62%, что на 14,8% больше, чем у необдутых (54%).

При обдуве углепластика КМУ-4Л в течение 10 минут и поперечном расположении образцов относительно пульсирующего воздушного потока наблюдается рост ударной вязкости с 81 кДж/м<sup>2</sup> до 85 кДж/м<sup>2</sup> или на 5% и рост предела прочности с 160 МПа до 214 МПа или на 34%.

Обдув в течение 15 минут углепластика КМУ-4Л привёл к снижению ударной вязкости с 81 кДж/м<sup>2</sup> до 75,5 кДж/м<sup>2</sup> при расположении образцов как в продольном, так и в поперечном направлении относительно пульсирующего воздушного потока. Удары наносились со стороны торцов слоёв (рис 6.). Предел прочности при поперечном направлении обдува снизился с 160 МПа до 120 МПа при поперечном направлении обдува и до 110 МПа при продольном.

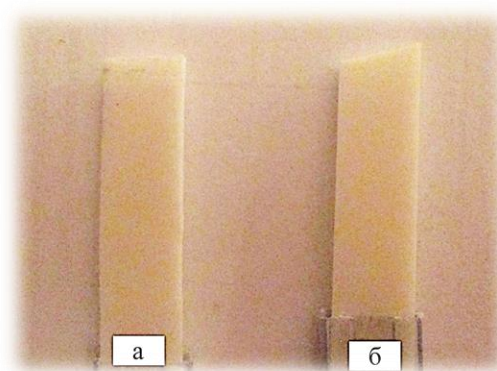


Рисунок 5 – Стиролакрилонитрил (САН). Изломы после испытаний на динамический изгиб: а – без обдува, б – обдув поперёк потока. Направление удара при испытаниях – со стороны ребра

В случае обдува ударных образцов в течение 10 минут перпендикулярно слоям, поперёк потока, и направлении удара, совпадающем или противоположном направлению обдува, наблюдается рост ударной вязкости в сравнении с образцами, не подвергавшимися обработке пульсирующим воздушным потоком с 103 кДж/м<sup>2</sup> до 113 кДж/м<sup>2</sup> или на 9,7% (рис. 7). При снижении продолжительности обдува до 2,5 мин. рост ударной вязкости в сравнении с образцами, не подвергавшимися обработке пульсирующим воздушным потоком с 103 кДж/м<sup>2</sup> до 130 кДж/м<sup>2</sup> или на 26,2% (рис. 8). Обдув в течение 15 минут углепластика КМУ-4Л привёл к снижению ударной вязкости до 109 кДж/м<sup>2</sup> при том же расположении образцов (рис. 9). С момента обдува и до испытания промежуток времени был одинаков и составил 10 суток (табл. 3).

Дальнейшие исследования влияния продолжительности воздействия пульсирующего газового потока на свойства КМУ-4Л осуществлялись путём испытаний на изгиб. Результаты испытаний представлены в таблице 4.

В таблице 5 приведены результаты исследования изгибной прочности подвергнутого газоимпульсной обработке КМУ-4Л при различных временных интервалах между обработкой и испытанием. Поперечное сечение образцов составляло 2,5×13 мм<sup>2</sup>. Положение образца при обдуве и динамическом нагружении поперёк потока перпендикулярно слоям.

Результаты испытаний показали, что механические свойства КМУ-4Л, подвергнутого газоимпульсной обработке, практически не меняются со временем.

Эти и ранее полученные данные свидетельствуют о положительном влиянии обработки пульсирующим газовым потоком на комплекс механических свойств КМУ-4Л при условии её продолжительности, не превышающей опреде-



лётное время, зависящее от размера обрабатываемого изделия и амплитудно-частотных характеристик газового потока (отношение частоты колебаний газового потока к частоте собственных колебаний изделия).

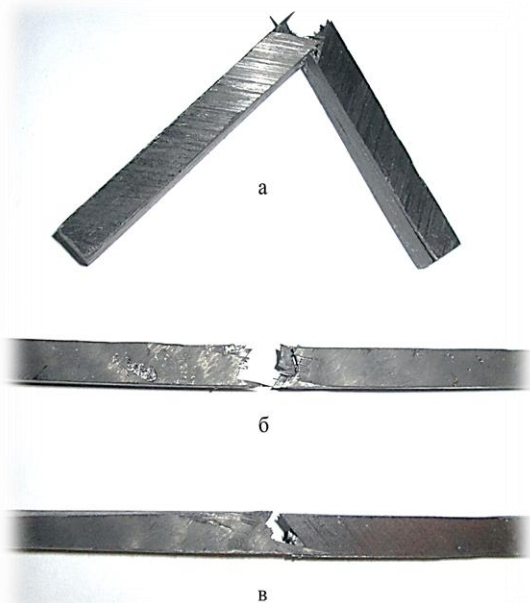


Рисунок 6 – КМУ-4Л: а – без обдува, б – обдув 15 минут поперёк, в – обдув 15 минут вдоль. Обдув и удар со стороны слоёв

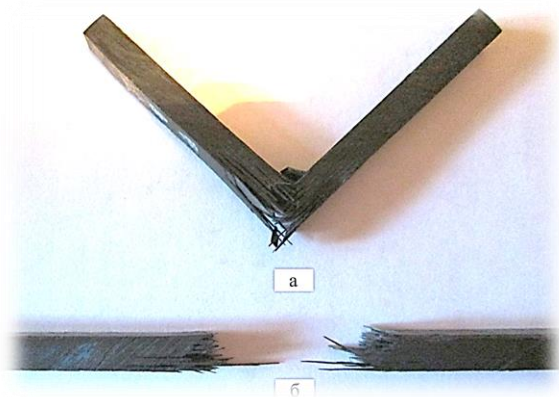


Рисунок 7 – КМУ-4Л: а – обдув 10 минут поперёк потока, перпендикулярно слоям. Направление удара совпадает с направлением обдува. б – без обдува

В случае фторопласта 4 при поперечном направлении обдува предел прочности обдуютого образца составил 9,5 МПа, что на 48,7% ниже, чем у необдуютого (18,5 МПа). При этом относительное удлинение у обдуютых образцов в среднем составило 51%, что на 6,3% больше, чем у необдуютого (48%).



Рисунок 8 – КМУ-4Л: Обдув 2,5 минуты поперёк потока, перпендикулярно слоям. Направление удара совпадает с направлением обдува



Рисунок 9 – КМУ-4Л: Обдув 15 минут поперёк потока, перпендикулярно слоям. Направление удара совпадает с направлением обдува

Полимерные материалы в большей степени поглощают энергию механических колебаний по сравнению с металлическими.

Внешнее воздействие может оказывать влияние на структуру полимеров, так, для полимера с линейной макромолекулярной структурой в условиях действия внешнего напряжения происходит перемещение макромолекул относительно друг друга.

Известно, что прочность торцового контакта макромолекул более чем на порядок превышает прочность бокового контакта и макромолекулы могут ориентироваться параллельно направлению приложения нагрузки. При этом механические свойства полимера в направлении ориентации увеличиваются до 5 раз, а в перпендикулярном направлении уменьшаются до 2 раз по сравнению с исходным значением. Анизотропия прочности объясняется изменением соотношения торцового и бокового контактов макромолекул полимера.

Кроме того, влияние на свойства полимеров могут оказывать процессы старения, интенсифицирующиеся под действием механических напряжений.

Таким образом, воздействие пульсирующих газовых потоков на полимерные материалы, как термопластические так и терморективные, включая слоистые композиционные, может вызывать существенные, в том числе положительные изменения их механических и эксплуатационных свойств.

Таблица 1 – Воздействие пульсирующего газового потока на свойства полимерных материалов

| материал                         | положение относительно газового потока | $\sigma_B$ , МПа | $\delta$ , % | КС кДж/м <sup>2</sup> |
|----------------------------------|--|------------------|--------------|-----------------------|
| полиметилметакрилат              | поперёк                                | 105              | 0            | 17,4                  |
|                                  | вдоль                                  | 107              | 0            | 15,6                  |
|                                  | без обдува                             | 75               | 3            | 15,6                  |
| текстолит                        | поперёк                                | 129              | 1            | 36,7                  |
|                                  | вдоль                                  | то же            | то же        | то же                 |
|                                  | без обдува                             | 95               | 1            | 33,6                  |
| гетинакс                         | поперёк                                | 35               | 0            | 15                    |
|                                  | без обдува                             | 80               | 0            | 15                    |
| стеклотекстолит                  | поперёк                                | 480              | 0            | 175                   |
|                                  | без обдува                             | 360              | 0            | 170                   |
| полистирол                       | поперёк                                | 22,2             | 5            | 15,9                  |
|                                  | без обдува                             | 20,9             | 3            | 11,6                  |
| полиэтилен низкого давления      | поперёк                                | 15               | 360          | -                     |
|                                  | без обдува                             | 19               | 340          | -                     |
| полиэтилен высокого давления     | поперёк                                | 3,6              | 62           | -                     |
|                                  | без обдува                             | 7                | 54           | -                     |
| фторопласт 4                     | поперёк                                | 9,5              | 51           | -                     |
|                                  | без обдува                             | 18,5             | 48           | -                     |
| акрилонитрилбутадиенстирол (АБС) | поперёк                                | 27,6             | 2            | 50                    |
|                                  | вдоль                                  | 28               | 2            | 48                    |
|                                  | без обдува                             | 23               | 2            | 40                    |
| стиролакрилонитрил (САН)         | поперёк                                | 37               | 0            | 28                    |
|                                  | вдоль                                  | 37               | 0            | 20                    |
|                                  | без обдува                             | 31               | 0            | 20                    |
| поливинилхлорид                  | поперёк                                | 14               | 260          | -                     |
|                                  | вдоль                                  | 19               | 210          | -                     |
|                                  | без обдува                             | 16               | 240          | -                     |
| углепластик КМУ-4Л               | поперёк                                | 214              | -            | 85                    |
|                                  | без обдува                             | 160              | -            | 81                    |

Таблица 2 – Воздействие продолжительности воздействия пульсирующего газового потока на изгибную прочность стеклотекстолита

| продолжительность обработки | без обработки | 2,5 мин | 5 мин | 10 мин |
|-----------------------------|---------------|---------|-------|--------|
| $\sigma_{изг}$ , МПа        | 458           | 462     | 500   | 469    |

Таблица 3 – Воздействие продолжительности воздействия пульсирующего газового потока на ударную вязкость КМУ-4Л при обдуве перпендикулярно слоям

| продолжительность обработки | без обработки | 2,5 мин | 5 мин | 10 мин | 15 мин |
|-----------------------------|---------------|---------|-------|--------|--------|
| КС, кДж/м <sup>2</sup>      | 103           | 130     | 97    | 113    | 109    |

Таблица 4 – Воздействие продолжительности воздействия пульсирующего газового потока на изгибную прочность КМУ-4Л

| Время обдува, мин | Положение образца при обдуве         | $\sigma_{изг}$ перпендикулярно слоям, МПа | $\sigma_{изг}$ параллельно слоям, МПа |
|-------------------|--------------------------------------|---|---------------------------------------|
| 0                 | без обдува                           | 258                                       | 281                                   |
| 5                 | поперёк потока перпендикулярно слоям | 344                                       | 357                                   |
|                   | поперёк потока параллельно слоям     | 381                                       | 427                                   |
|                   | вдоль потока                         | 362                                       | 373                                   |
| 10                | поперёк потока параллельно слоям     | 323                                       | 351                                   |
|                   | вдоль потока                         | 295                                       | 311                                   |
| 15                | поперёк потока параллельно слоям     | 196                                       | 229                                   |

Таблица 5 – Свойства подвергнутого газоимпульсной обработке КМУ-4Л при различных временных интервалах между обработкой и испытанием

| Время обдува, мин | Положение образца при обдуве         | $\sigma_{изг}$ перпендикулярно слоям, МПа | Интервал между обработкой и испытанием, сут. |
|-------------------|--------------------------------------|---|--|
| 2,5               | поперёк потока перпендикулярно слоям | 308                                       | 0  |
|                   |                                      | 297                                       | 6  |
|                   |                                      | 307                                       | 12   |
|                   |                                      | 306                                       | 19   |
|                   |                                      | 298                                       | 30   |
| 5                 | поперёк потока перпендикулярно слоям | 203                                       | 3  |
|                   |                                      | 218                                       | 11   |
|                   |                                      | 286                                       | 19   |
| 0                 | без обдува                           | 211                                       | -  |

### Литература

1. Иванов Д.А. Повышение конструктивной прочности материалов за счёт воздействия пульсирующих дозвуковых низкочастотных газовых потоков. Монография. – СПб.: Изд-во СПбГУСЭ, 2008. – 123 с.
2. Иванов Д.А., Засухин О.Н. Обработка пульсирующим газовым потоком высокопрочных и пружинных сталей // Двигателестроение. – СПб., 2014, №3, с. 34-36.
3. Булычев А.В., Иванов Д.А. Воздействие газоимпульсной обработки на структуру, свойства и напряженное состояние металлических изделий // Технология металлов. – М., 2013, №11, с. 30-33.
4. Иванов Д.А., Засухин О.Н. Использование пульсирующего дозвукового газового потока для повышения эксплуатационных свойств металлических изделий // Технология металлов. – М., 2015, №1, с. 34-38.
5. Иванов Д.А., Засухин О.Н. Повышение коррозионной стойкости конструкционных сталей газоимпульсной обработкой // Технология металлов. – М., 2015, №10, с. 27-31.
6. Иванов Д.А., Засухин О.Н. Обработка инструментальных сталей пульсирующими газовыми потоками // Технология металлов. – М., 2017, №6, с. 17-22.
7. Иванов Д.А., Засухин О.Н. Направления совершенствования технологии обработки металлических материалов пульсирующими газовыми потоками // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2015, №4, с. 15-21.
8. Иванов Д.А. Прокаливаемость сталей при закалке в пульсирующем дозвуковом воздушном и водовоздушном потоке // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2010, №1, с. 50-53.
9. Иванов Д.А. Повышение конструктивной прочности металлических материалов путём их обработки нестационарными газовыми потоками без предварительного нагрева // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2011, №4, с. 24-29.
10. Иванов Д.А., Засухин О.Н. Использование газоимпульсной обработки в процессе термического упрочнения деталей бытовых машин // Техничко-технологические проблемы. 2012, № 4, с. 33-37.

## ОЦЕНКА СПОСОБОВ ЗАЩИТЫ ПОВЕРХНОСТИ МЕТАЛЛА ОТ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ЭРОЗИИ

Г.В. Лепеш<sup>1</sup>, Е.Н. Моисеев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21\$*

<sup>2</sup>*Акционерное общество «Центральный научно-исследовательский институт  
материалов», (АО «ЦНИИМ»), 191014, Санкт-Петербург, Ул. Парадная, 8*

Рассмотрены способы защиты металлических поверхностей от высокотемпературной газовой эрозии, происходящей в условиях высокоскоростного воздействия топливных газов с температурой выше 3000 К при давлениях 300 – 900 МПа. Исследованы свойства покрытий и технологии их нанесения. Разработана методика определения стойкости защитных покрытий в условиях, имитирующих реальное воздействие топливных газов на образцы защищаемых элементов с нанесенными покрытиями.

*Ключевые слова:* эрозия, высокотемпературное воздействие, защитные покрытия, лазерная наплавка, гальваническое покрытие, электромагнитное физическое осаждение.

### ASSESSMENT OF WAYS OF PROTECTION OF THE SURFACE OF METAL AGAINST THE HIGH-TEMPERATURE EROSION

G. V. Lepesh, E. N. Moiseev

*Saint-Petersburg state economic University (SPbGEU), 191023, Saint-Petersburg, Sadovaya street, 21  
Joint-stock company "Central scientific-research Institute materials" (JSC "CRIM"),  
191014, Saint Petersburg, Paradnaya street*

Ways of protection of metal surfaces against the high-temperature gas erosion happening in the conditions of high-speed influence of fuel gases to temperature over 3000 K with pressure of 300 - 900 MPas are considered. Properties of coverings and technology of their drawing are investigated. The technique of determination of firmness of sheetings in the conditions imitating real impact of fuel gases on samples of the protected elements with the put coverings is developed.

*Keywords:* erosion, high-temperature influence, sheetings, laser наплав, electroplated coating, electromagnetic physical sedimentation.

#### Введение

Процесс газовой эрозии в общем случае протекает как суммарное химическое и физико-химическое воздействие потока на материал. В зависимости от состава газов химическое воздействие может привести также к окислению, цементации или азотированию поверхности изделия, что повлечет за собой образование рыхлых и непрочных окислов или хрупких растрескивающихся цементированных или азотированных слоев [1].

Физическое воздействие газового потока на материал включает в себя два фактора – термический и динамический. При этом разрушение материала происходит в результате теплового действия газов и вследствие механического воздействия газовой струи и твердых частиц.

Основные положения теории газовой эрозии, протекающей в реальных условиях, сводятся к следующему. При воздействии на материал газового потока с высокой тепловой энергией, имеющего высокую температуру и большую скорость движения и обладающего химической активностью за счет, например, содержания оксидов углерода и азота, происходит сильное разогревание тонкого поверхностного слоя материала. При этом подводимое тепло вследствие больших значений и кратковременности действия не успевает распространяться за счет теплопроводности материала вглубь изделия, а концентрируется в тонком поверхностном слое, приводя к перегреву (к полиморфным превращениям) и нередко к расплавлению металла.

<sup>1</sup>*Лепеш Григорий Васильевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Машины и оборудование бытового и жилищно-коммунального назначения» СПбГЭУ, тел.: +79217512829, e-mail: gregoryl@yandex.ru;*

<sup>2</sup>*Моисеев Евгений Николаевич – начальник сектора отдела живучести АО «ЦНИИМ», тел.: +7 904 407592, e-mail: moiseev\_evgen@inbox.ru.*

Оксиды, содержащиеся в газовом потоке, производят частичное окисление материала. Поток газов, движущихся с большой скоростью, сдувает расплавленный и частично окисленный материал, вызывая обнажение чистой поверхности изделия, которая подвергается дальнейшему воздействию потока. При повторном многократном действии потока на материал имеет место развитие процессов термической усталости и растрескивание поверхности изделия вследствие термических напряжений, возникающих в этих условиях. При этом процесс эрозионного разрушения материала ускоряется.

### **Факторы, влияющие на газовую эрозию**

На газовую эрозию материалов оказывают влияние очень многие факторы [2], которые можно подразделить на три основные группы:

1. Факторы, относящиеся к самому материалу, а именно: химический состав и структура, механические свойства при низких и высоких температурах, механическая обработка и состояние поверхности, степень черноты тела, а также физические свойства (температура плавления, теплопроводность, теплоемкость, коэффициент термического расширения, скрытая теплота плавления, теплота сублимации и др.).

2. Факторы потока – температура, давление и скорость, а также теплопроводность, теплоемкость и вязкость струи. Размеры и форма частиц, содержащихся в потоке, их однородность и механические свойства. Характер среды (нейтральная, окислительная, восстановительная).

3. Факторы, зависящие как от материала, так и от среды: теплопередача, турбулентность пограничного слоя, химические процессы, происходящие на поверхности раздела газ – металл, и др.

Рассмотрим влияние на эрозию некоторых из перечисленных факторов.

Термическая обработка в виде закалки, приводящая к измельчению зерна гетерогенных сплавов, или в виде отжига, приводящего к укрупнению зерна гомогенных сплавов (например, аустенитных или ферритных), как правило, увеличивает эрозионную стойкость материала. Изменение структуры материала в результате термического и химико-термического воздействия потока в процессе эксплуатации изделия снижает эрозионную стойкость за счет насыщения поверхностного слоя компонентами газового потока. При этом снижается пластичность поверхностного слоя, в нем образуются трещины, которые способствуют эрозионному разрушению

материала – уменьшается стойкость материала против термической усталости.

Для получения большой твердости в поверхностном слое применяют поверхностную закалку. Среди известных методов поверхностной закалки [1] для целей повышения эрозионной стойкости предпочтение отдают лазерной закалке. При лазерном нагреве основная часть металлического образца остается холодной, то есть скорость охлаждения нагретого участка также очень высокая, поэтому происходит закалка на мартенсит.

Ввиду того, что тепловой фактор является определяющим в процессе эрозионного разрушения, методы защиты от эрозии должны обеспечивать надежную изоляцию изделия от теплового потока. Это может быть достигнуто как при конструировании и изготовлении изделий, так и в процессе их эксплуатации. Поэтому все методы защиты от эрозии можно подразделить на три группы: конструктивные, технологические и эксплуатационные.

Конструктивные методы включают правильный выбор формы и размеров изделий, например, при конструировании газовой турбины должны быть правильно выбраны количество и расположение лопаток, размеры, форма и сечение последних, а также направление подвода газового потока.

Важным мероприятием по защите от эрозии является конструирование охлаждающих устройств. Отвод тепла от рабочего органа может достигаться как за счет конструкции этого органа, так и за счет приспособлений, использующих охлаждающие свойства различных газов, жидкостей и твердых тел. Для охлаждения может быть предусмотрено непрерывное прокачивание жидкости между стенками камеры двигателя или через пористую обшивку, а также расход тепла на расплавление тонкого поверхностного слоя металла.

При конструировании деталей, подверженных газовой эрозии, важное значение имеет правильный выбор материала. Основными материалами для деталей летательных аппаратов и двигателей являются конструкционные углеродистые и легированные стали и жаропрочные сплавы. Применяются также тугоплавкие металлы и сплавы, металлокерамические композиции, керамика, графит и пластмассы.

Технологические методы защиты от эрозии сводятся к ряду технологических приемов, обеспечивающих получение незагрязненного металла с однородной структурой, качественной детали с гладкой поверхностью и высокой коррозийной стойкостью и т. д.

Эксплуатационные методы включают ряд мероприятий по уменьшению теплового воздействия газов на металл, например, при нарушении режимов эксплуатации, и сохранению качества поверхности изделий при хранении и эксплуатации.

Самым эффективным методом защиты от эрозии на сегодняшний день является – создание

на защищаемой поверхности покрытия, которое снижает тепловое и разгарно-эрозионное действие потока газов. Применяемые на практике методы и покрытия перечислены на рисунке 2. Самые перспективные из них: плакирование взрывом (рисунок 3), электромагнитное осаждение (рисунок 4) [3] и лазерная наплавка (рисунок 5). [4]

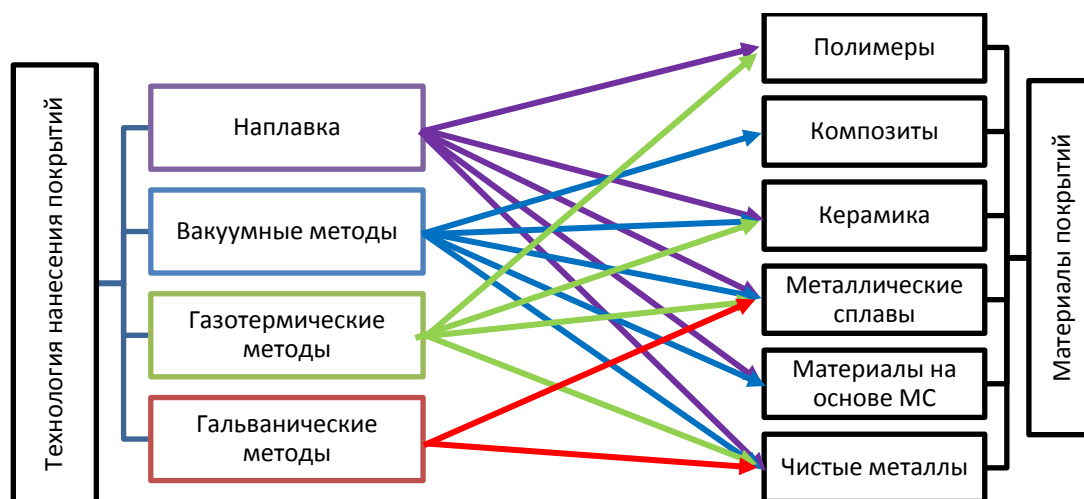


Рисунок 2 – Защитные покрытия

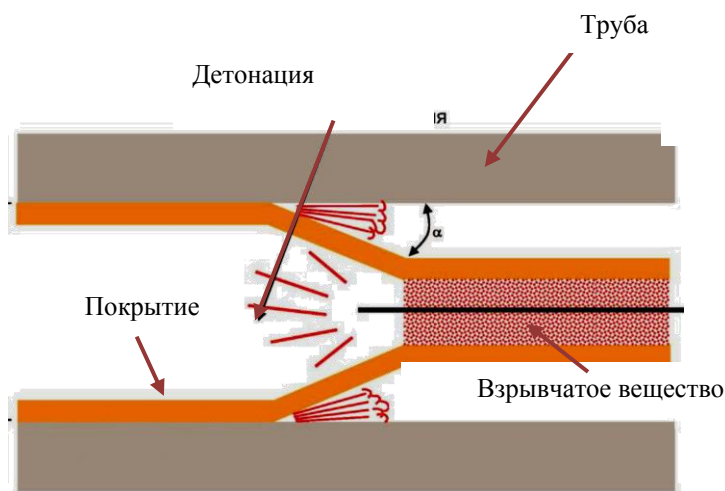


Рисунок 3 – Метод плакирования взрывом

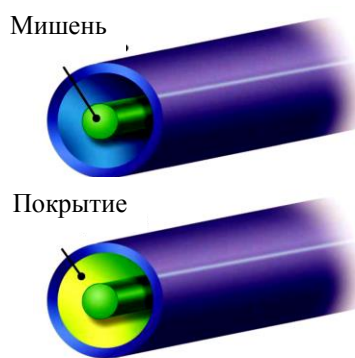


Рисунок 4 – Метод электромагнитного физического осаждения

Как правило первые два из перечисленных методов встречаются крайне редко вследствие своей специфики, требующей больших затрат и специальной подготовки производства.

Самым эффективным методом защиты от высокотемпературной газовой эрозии является наплавка на защищаемую поверхность термически стойкого покрытия. Наиболее эффективной

здесь является газопорошковая лазерная наплавка (ГПЛН) (рисунок 5).

Материалы, применяемые для изготовления тугоплавких порошков, представлены в таблице 1. Как правило для защитных покрытий используются тугоплавкие металлы, характеризующиеся температурами плавления (см. табл.1), большими, чем у защищаемого материала. При-

меняемые на практике составы порошков приведены в таблице 2.

Таблица 1 – Тугоплавкие металлы

| № п/п | Металл   | Температура плавления, град |
|-------|----------|-----------------------------|
| 1.    | вольфрам | 3410                        |
| 2.    | тантал   | 3880                        |
| 3.    | рений    | 3180                        |
| 4.    | молибден | 2620                        |
| 5.    | ниобий   | 2415                        |
| 6.    | гафний   | 2233                        |
| 7.    | ванадий  | 1900                        |
| 8.    | цирконий | 1855                        |
| 9.    | никель   | 1453                        |

Для защиты внутренних поверхностей от высокотемпературной газовой эрозии лазерная наплавка является одной из самых перспективных технологий (рис.5). Ее преимущества в обеспечении уникальных особенностей процесса, таких как:

- высокая скорость процесса;
- небольшая (по сравнению с другими способами наплавки) зона термического влияния вследствие высокой скорости отвода теплоты, что препятствует структурным и фазовым превращениям защищаемой стальной поверхности;
- малая зона перемешивания, не превышающая, обеспечивающая наличие экстремально узкого переходного;
- отсутствие образования окислов наплавляемых материалов.

В зону ГПЛН порошковые материалы подаются потоком защитных газов азота, гелия, аргона или углекислого газа.

Таблица 2 – Составы порошков защитных покрытий

| № п/п | Компонент |      | Массовая доля |      | Элемент  |      | Массовая доля |      |
|-------|-----------|------|---------------|------|----------|------|---------------|------|
| 1.    | рений     |      | 0,3           |      | вольфрам |      | 0,7           |      |
| 2.    | ниобий    |      | 0,4           |      | ванадий  |      | 0,6           |      |
| 3.    | тантал    |      | 0,9           |      | вольфрам |      | 0,1           |      |
| 4.    | железо    | 0,48 | ниобий        | 0,15 | Молибден | 0,05 | цирконий      | 0,01 |

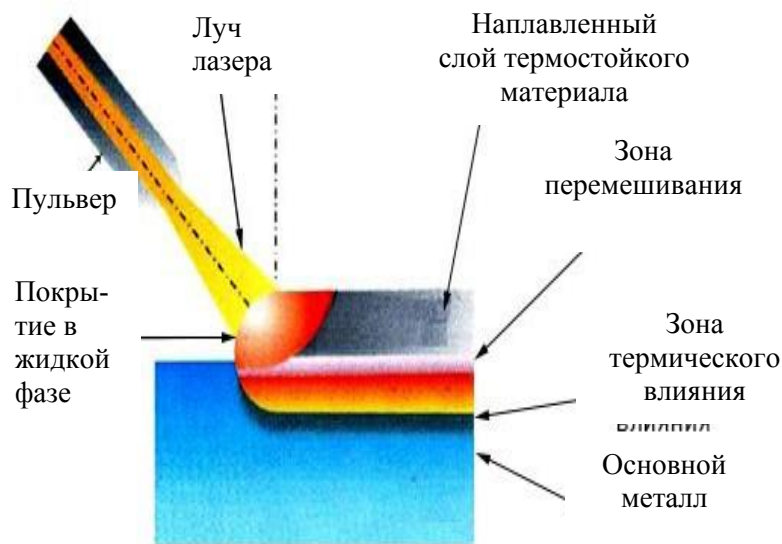


Рисунок 5 – Процесс лазерной наплавки на внутреннюю поверхность трубы:  
а) – внешний вид; б) – схема процесса

### Разработка метода испытания защитных покрытий поверхности металла от высокотемпературной эрозии

Основными методами испытания качества защитных покрытий являются металлографические исследования Роквелл-тест и скретч-тест. Рассмотрим их сущность на примере исследования стальных образцов с покрытием на основе тантала, никеля и хрома, толщиной 400 мкм.

Результаты металлографического исследования покрытия приведены на рисунке 6. Из рисунка 6 следует, что при наплавке металлических порошков тантала и никеля с хромом на сталь образуется структура, в которой можно выделить следующие зоны: наплавленный слой, диффузионная зона сплавления и зона термического влияния (ЗТВ).

Основной металл – сталь, не претерпевшая изменений, со структурой сорбита отпуска твердостью 42,7-46,3 HRC.

ЗТВ представляет собой неотпущенный мартенсит в совокупности с грубоигольчатым мартенситом с остаточным аустенитом и полосами ликвации, твердость которого уменьшается от диффузионной зоны сплавления, где она максимальна (61,3 HRC), в сторону основного металла, где она составляет 55,6 HRC.

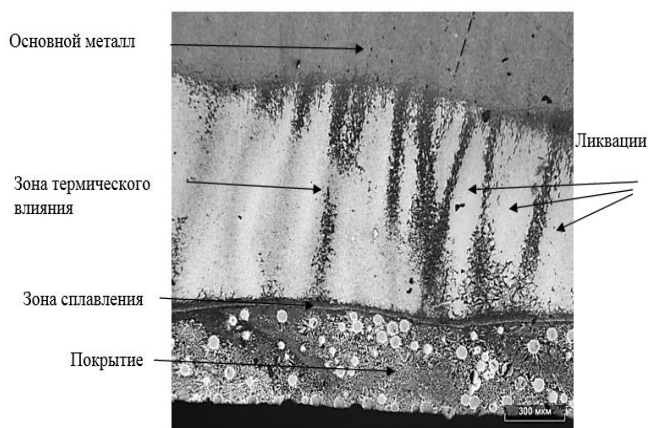


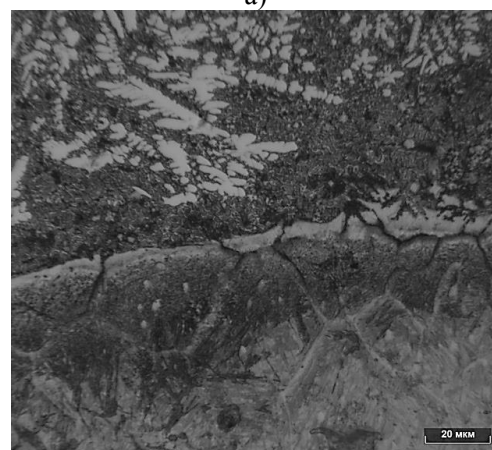
Рисунок 6 – Покрытие образца

В зоне сплавления наблюдается межзеренная диффузия тантала, никеля и хрома в сталь (рис. 7). Ее глубина составляет 35 мкм, а твердость понижена. Она составляет 42,7 – 48,3 HRC.

Под действием лазерного луча образуется расплав, в состав которого входит как порошок тантала, так и компоненты стальной основы. После кристаллизации расплава образуется сложная литая структура (рис. 8), в которой можно выделить 4 основные фазы.



а)



б)

Рисунок 7 – Зона сплавления покрытия: а) – на основе Ni со сталью; б) – на основе Ta со сталью

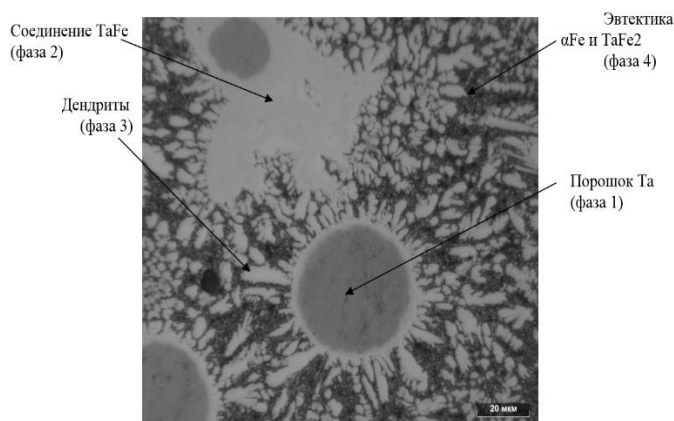


Рисунок 8 – Структура танталового покрытия

Первой фазой, согласно проведенному энергодисперсионному микрорентгеноспектральному анализу частиц округлой формы, является исходный порошок чистого тантала. Разумно предположить, что эти частицы играют роль центров кристаллизации при затвердевании расплава, и вокруг них образуются светлые участки с высокой твердостью (фаза 2). Далее идет процесс кристаллизации дендритов (фаза 3).

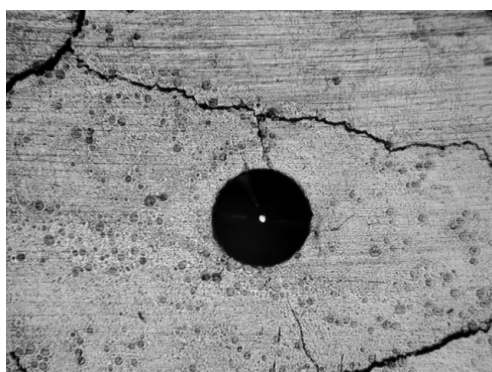


И, в последнюю очередь, затвердевает механическая смесь (эвтектика) (фаза 4).

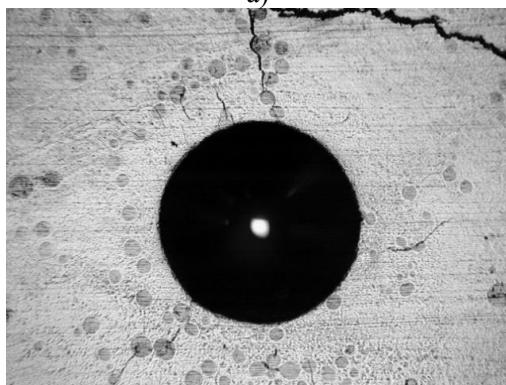
Роквелл-тест (рис. 9) проводился путем внедрения в покрытие индентора. По результатам теста вокруг следа индентации образовалось несколько трещин, что характеризует хрупкость покрытия.

Скретч-тест проводится с помощью следующего используемого оборудования: адгезиметр Revetest RST, микроскоп металлографический МТ 7530F, микротвердомер НМV. Скретч-тест проводится как на неподготовленной поверхности, так и на специально обработанной (полированной).

Процесс скретч-теста можно разделить на несколько стадий (рис. 10). В начале процесса (стадия А) происходит неравномерное проникновение индентора в покрытие, значения силы трения ( $F_{тр}$ ) немонотонно увеличивается (за счет шероховатости покрытия), сигнал акустической эмиссии (АЭ) изменяется незначительно. Затем, при увеличении нагрузки (стадия Б), появляется пик АЭ.



а)



б)

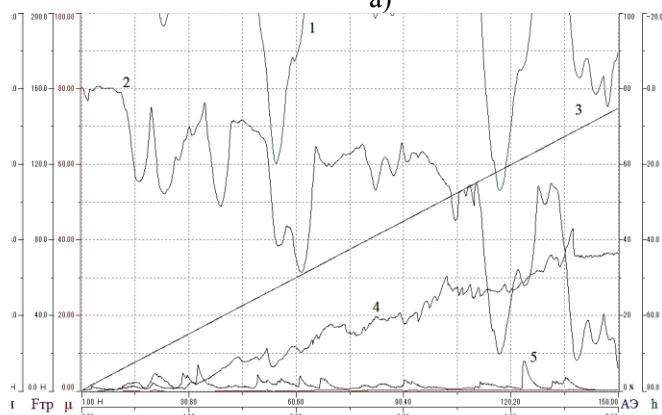
Рисунок 9 – Результаты Роквелл-теста: а) –  $\times 50$ ; б) –  $\times 100$

По низкой амплитуде и ширине пика можно судить о вязком разрушении покрытия с появлением трещин в русле царапины. Неравномерное погружение индентора в покрытие с увеличением нагрузки свидетельствует о шероховатой структуре поверхности покрытия, поэтому

величина силы трения неравномерно изменяется с возрастанием нагрузки. О неоднородности структуры покрытия, также свидетельствует искривление царапины скретч-теста (рис. 10, а). В дальнейшем, с увеличением нагрузки (стадия С) происходит неравномерное увеличение значения силы трения. Начиная с некоторой нагрузки происходит резкое погружение индентора, при этом регистрируются пики АЭ, по которым можно судить о вязком разрушении покрытия.



а)



б)

Рисунок 10 – Результаты скретч-теста в поперечном направлении: а) панорама  $\times 20$ ; б) данные скретч-теста: 1 – остаточная глубина; 2 – глубина проникновения индентора; 3 – величина нормальной нагрузки; 4 – величина силы трения; 5 – значение акустической эмиссии

По результатам проведенных исследований можно проводить корректировку режимов лазерной наплавки покрытий на основе тугоплавких металлов с целью устранения следующих недостатков:

1 Формирование на поверхности покрытия сетки трещин, распространяющихся на всю толщину покрытия.

2 Наличие нерасплавленной дисперсной фазы (металлического порошка) в объеме покрытия.

Полученные при этом данные необходимы для анализа влияния на качество покрытия технологических режимов ГПЛА, однако недостаточно для определения их стойкости и защитного действия.

Для принятия решения о стойкости защитного покрытия необходимо проводить испытания в условиях имитации действия на защищаемую поверхность эквивалентного газодинамического теплового импульса. Данные по способам имитации такого воздействия имеются в зарубежном опыте, где для испытания покрытий на

адгезионную прочность и эрозионную стойкость применялся имитатор эрозии (рис. 11).

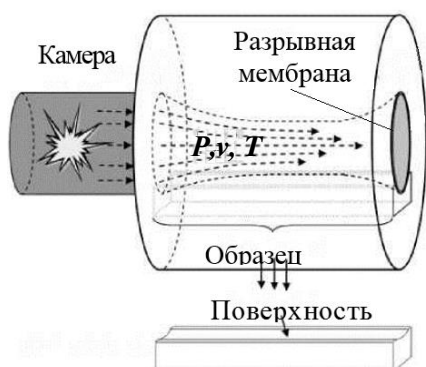


Рисунок 11 – Схема имитатора эрозии, предназначенного для моделирования газодинамической нагрузки

Испытуемый образец, моделирующий участок поверхности канала трубы с нанесённым на ее внутреннюю поверхность защитным покрытием помещается в сопло Лавала, топливный заряд воспламеняется у входа сопла и разрывной мембраны, удерживающей газы в камере сгорания. Наличие разрывной мембраны обеспечивает полное сгорание заряда. При достижении определенного давления она разрушается, высвобождая высокоскоростной газовый поток.

Основными требованиями, предъявляемыми к импульсной установке, являются следующие:

- обеспечение запаса прочности при рабочих давлениях;
- обеспечение возможности регистрации основных эксплуатационных параметров (рабочее давление, температура на поверхности образца);
- соблюдение эргономических требований и безопасность проведения работ.

В качестве одного из вариантов подобной установки рассмотрим разработанную в АО «ЦНИИМ» [1] сопловую установку, показанную на рисунке 12.

Установка (рис. 12) представляет собой камеру 3, выполненную в виде многослойной автоскрепленной конструкции, обеспечивающей ее прочность при высоких давлениях (практически достигающих предела прочности материала).

Эрозионно изнашиванию подвергаются не только образцы, но и вся внутренняя поверхность втулки, что приводит к искажению геометрии пазов для установки образцов, снижает их надежную фиксацию при проведении испытаний и приводит к прорыву ТГ в сопряжении между образцами и втулкой. Для снижения эрозионного действия ТГ на поверхность втулки произведено

ее гальваническое хромирование. Это позволило более чем в 2 раза увеличить ее ресурс (не менее 25 ... 30 действий) относительно исходных 10 ... 15 при среднем значении максимального давления на дно камеры 450 МПа.

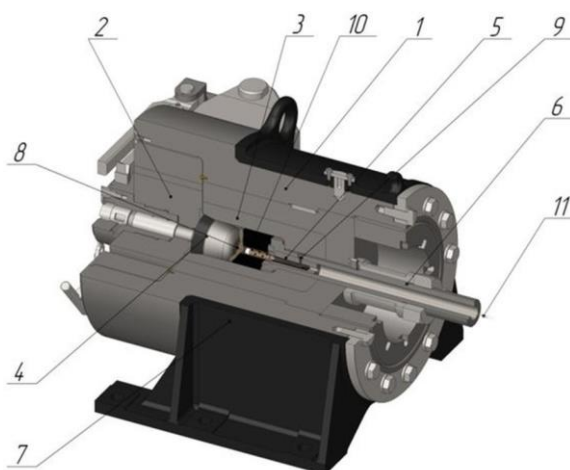


Рисунок 12 – Экспериментальная импульсная сопловая установка: 1 – корпус; 2 – затвор; 3 – камера; 4 – обтюратор; 5 – втулка с образцами; 6 – труба; 7 – кожух; 8 – датчик давления; 9 – датчик температуры; 10 – пороховой заряд; 11 – запальная линия

Обеспечение запаса прочности элементов установки, работающей при высоких давлениях (до 900 МПа) производилось также за счет специальных обтюрирующих медных колец и конических сопряжений ее элементов. Так радиальная деформация медного кольца (рисунок 13) и, как следствие, обтюрация осуществлялась за счет мультипликации давления на медном кольце вследствие разности площадей воздействия ТГ на поршень и контактной площади медного кольца с поршнем и упорной втулкой.

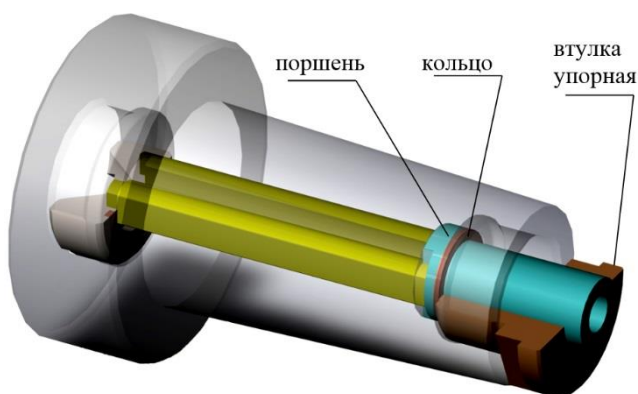


Рисунок 13 – Модернизированная втулка с образцами

При проведении испытаний с максимальным давлением на дно камеры, превышающим 700 МПа, выявлена недостаточная стабильность функционирования схемы в сопряжении между трубой и внутренним слоем лайнера скрепленного. Учитывая подтвержденную результатами испытаний работоспособность схемы обтюрации в сопряжении между втулкой с образцами и трубой, между внутренним слоем лайнера скрепленного и трубой было реализовано сопряжение по конической поверхности (рисунок 14). Угол и размеры обоих сопряженных элементов выбирались из условия обеспечения прочности соединения при высоких (до 900 МПа) давлений.

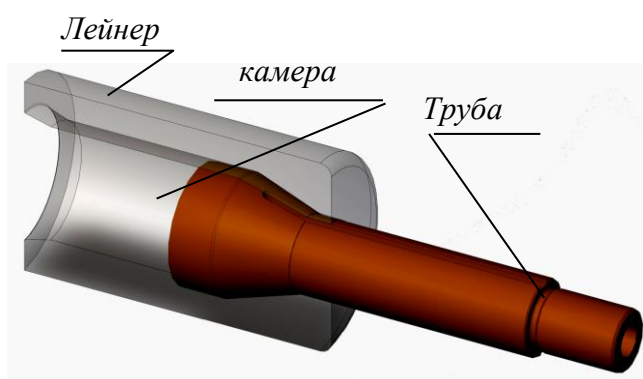


Рисунок 14 – Доработка трубы и лайнера скрепленного

Представленное на рисунке 14 конструктивное исполнение, одновременно с повышением надежности обтюрации, обеспечивает снижение трудоемкости демонтажа трубы, так как исключает пластическое течение медного уплотнительного кольца в кольцевой зазор между цилиндрическими поверхностями трубы и внутреннего слоя лайнера скрепленного.

В процессе функционирования установки регистрируется изменение во времени давления в камере 3 и температуры поверхности во втулке 5 (поверхности образцов). Достоверность измерения давления обеспечивается применением аттестованной штатной приборной базы. Достоверность измерения температуры поверхности образцов обеспечивается градуировкой специальной безинерционной термопары, изготавливаемой из материала, аналогичного защитному покрытию. Верхние пределы измерений для давления – 1000 МПа, для температуры – 1700 °С.

Внешние соединения измерительно-вычислительного комплекса и стенда (рисунок 15) производится непосредственно перед измерением. Термопары подключаются к 3-х контактным клеммным колодкам. Колодки имеют маркировку 1 и 2, соответствующие условным номерам термопар (обе термопары «тантал – ни-

кель»). Положительные проводники термопар (корпус термопары) соединяют с проводниками кабелей с изоляцией желтого цвета. Противоположные концы кабелей, также помеченные номерами 1 и 2, подсоединяют к колодке короткого кабеля на блоке согласования SCC-68. Клеммы колодки имеют маркировку 1, 2 и 0. Проводник с изоляцией желтого цвета первого кабеля соединяют с клеммой 1, другой проводник соединяют с клеммой 0. Проводник с изоляцией желтого цвета второго кабеля соединяют с клеммой 2, другой проводник соединяют с клеммой 0.

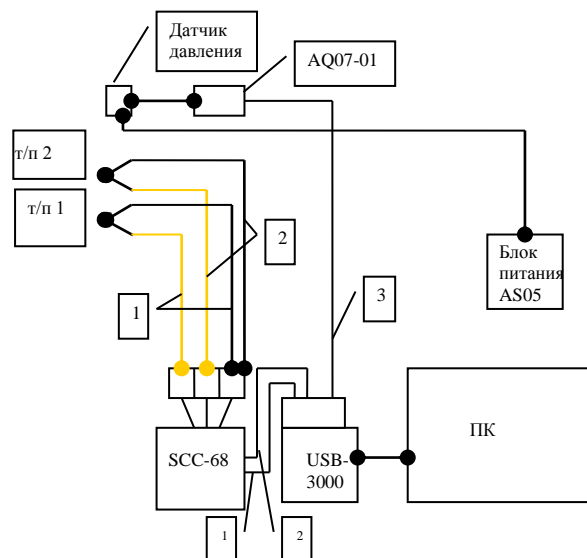


Рисунок 15 – Схема внешних соединений измерительно-вычислительного комплекса

Для проведения измерения теплового импульса была разработана опытная конструкция термопары (рисунок 16). В качестве одного из термоэлектродов используется корпус термопары, изготовленный из материала (тантал марки ТВЧ) по теплофизическим характеристикам близкого к материалу защитного покрытия. Второй термоэлектрод – никель марки НП-2. Термоэлектрод 2 большей частью оксидирован для исключения электрического контакта с корпусом. Первичный термопреобразователь данной конструкции практически безинерционен, так как электрический контакт между термоэлектродами получается при механической обработке торца А за счет образования тончайшей (3 ... 5 мкм) металлической пленки.

Номинальная статическая характеристика (НСХ) опытной термопары была получена методом прямого сличения с эталонной термопарой (платинородий-платинородиевая ТПР) при нагреве в вакуумной печи. По результатам сличения был получен полином аппроксимации НСХ термопары опытного типа (рисунок 17).

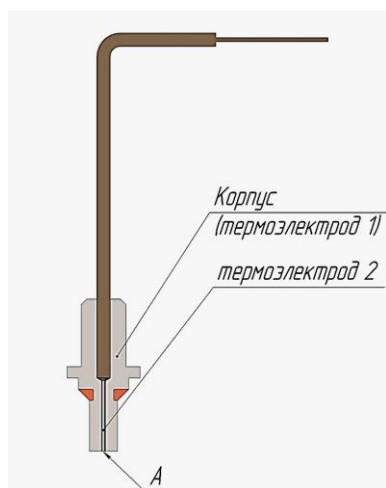


Рисунок 16 – Танталовая термопара

Для измерения теплового импульса используются две термопары, блок согласования SCC-68 и двухканальный усилительный модуль с фиксированным коэффициентом усиления и полосой пропускания 10 кГц.

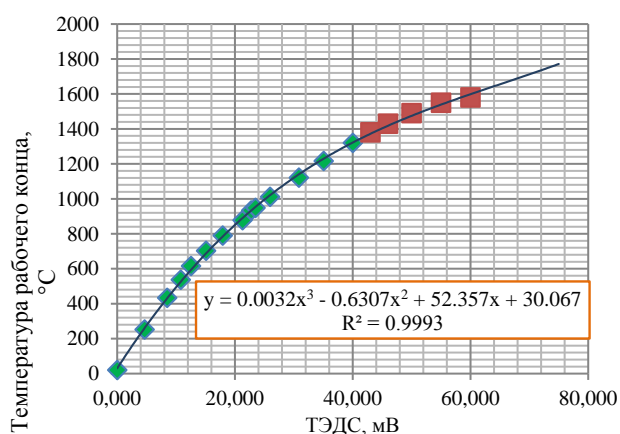


Рисунок 17 – NSX опытной термопары

Давление в камере стенда измеряется с помощью пьезоэлектрического датчика давления Т10000 (или 2Т6000 в зависимости от планируемого диапазона рабочих давлений) и усилителя заряда АQ07-01 с регулируемым коэффициентом усиления и полосой пропускания 100 кГц.

После всех подключений подают питание на усилитель заряда АQ07-01, включают блок согласования SCC-68, подключают к компьютеру АЦП и открывают программу «PowerGraph». На первых двух каналах отображаются сигналы с термопар, на третьем – сигнал с датчика давления.

Вид сигнала в рабочем окне программы «PowerGraph», регистрируемого с термопар 1 и 2

при проведении испытаний на стенде, представлен на рисунке 27.

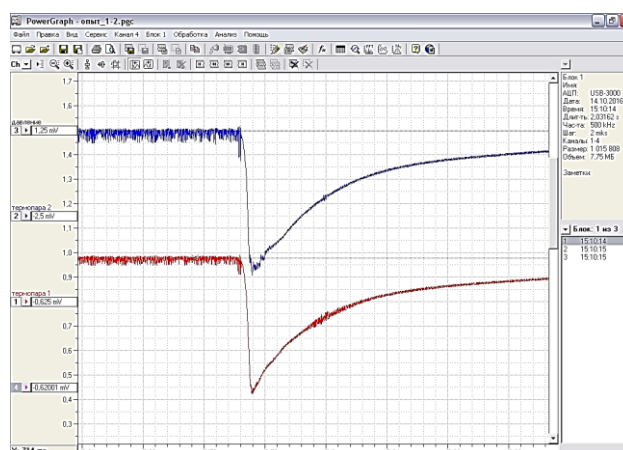


Рисунок 18 – Вид сигнала, регистрируемого с термопар

Для обеспечения моделирования температурных, силовых и временных параметров воздействия продуктов горения в камере производится воспламенение и сгорание топливного заряда сходного с натурным по химическому и компонентному составу. Для обеспечения подобия процесса применяются специально изготовленные более тонкие топливные элементы.

В данном разделе разработана методика испытаний образцов с защитным износостойким покрытием.

### Стендовые испытания стойкости термозащитных покрытий образцов

В качестве объектов испытаний бали приняты образцы, вырезанные из труб с термостойким защитным покрытием.

Типичный образец – образец трубы, имеющий следующие геометрические особенности поверхности: поле, нарез, участок поверхности входного конуса (см. рис.19).

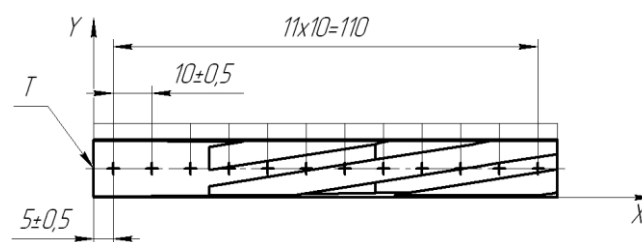


Рисунок 19 – Схема измерения толщины образца. Начало отсчета оси X локальной системы координат располагается на немаркированном торце Т

Испытания осуществляются в три этапа (каждый этап соответствует обработке конкретного типа образца). Этап состоял из трех серий испытаний. Под серией понимаются циклы термосилового нагружения образца до его демонтажа.

В результате испытаний определялись следующие показатели, количественно выражающие оцениваемую характеристику:

- относительная площадь схода защитного покрытия;
- общее количество воздействий до схода защитного покрытия;
- удельный износ защитного покрытия;
- микротвердость защитного покрытия.

Качественной характеристикой, подлежащей оценке методом визуального контроля, является наличие трещин и участков схода защитного покрытия.

Относительная площадь схода защитного покрытия определяется из следующего соотношения отдельно по каждому элементу поверхности (поле, нарез, участок поверхности входного конуса)

$$\delta = A_m / A_0, \quad (1)$$

где  $A_0$  – начальная площадь поверхности защитного покрытия (в исходном состоянии перед началом испытаний), мм<sup>2</sup>;

$A_m$  – текущая площадь схода (разрушения) защитного покрытия, мм<sup>2</sup>.

Удельный износ защитного покрытия определялся из соотношения отдельно по каждому элементу поверхности (поле, нарез – для образцов с нарезками):

$$\Delta_{\text{уд}} = \frac{S_0 - S}{n}, \quad (2)$$

где  $S_0$  – толщина образца перед началом серии испытаний, мм;

$S$  – толщина образца после проведения серии испытаний, мм;

$n$  – объем испытаний в серии.

Перед началом испытаний производилось измерение толщины образца в 12 положениях по оси X локальной системы координат согласно схеме измерения, представленной на рисунке 19.

В процессе каждого цикла термосилового нагружения образца производится измерение следующих параметров:

- давление топливных газов;
- температура внутренней поверхности.

Перенос количественного результата по оценке стойкости защитного покрытия на ожидаемый износ натуральных труб недопустим. Результаты проведенных испытаний являются сравнительными, а также могут применяться для параметризации моделей прогнозирования стой-

кости защитных покрытий применительно к конкретной гетерогенной системе потока ТГ и материала защитного покрытия.

Рассмотрим результаты проведения сравнительных стендовых испытаний образцов с покрытием тантал-вольфрам (TaW10), нанесенного методом ионно-плазменного вакуумного магнетронного осаждения, а также результаты сравнительных испытаний образца с хромовым гальваническим покрытием (Cr). Оба образца устанавливались во втулку одновременно.

Приведены результаты испытаний образцов с предварительным контролем состояния поверхности и изучения дефектов на оптическом микроскопе, рассмотрена кинетика разрушения тантал-вольфрамового покрытия.

Из представленных фотографий (рисунок 20) образцов до испытаний видно: по краям образцов происходит отслоение покрытия, в покрытии присутствуют поры и легкооскалывающиеся твердые частицы на поверхности.

Параметры газодинамического нагружения, зафиксированные по результатам испытаний, представлены в таблице 3.

После 4 ударов был произведен демонтаж образцов и внешний осмотр состояния покрытия (рисунок 21). Осмотром образцов установлено:

- относительная площадь схода защитного покрытия образца TaW10 составила (68±5) %;
- относительная площадь схода защитного покрытия образца Cr составила (74±5) %.

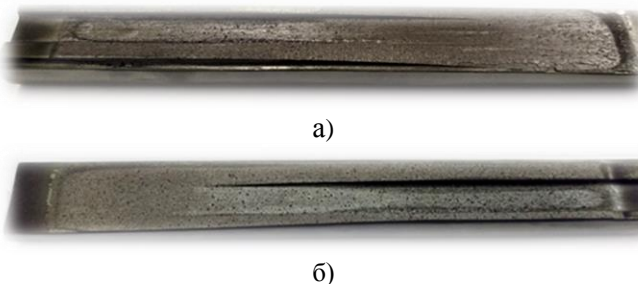


Рисунок 20 – Внешний вид образцов перед проведением испытаний:  
а) – TaW10, б) – Cr

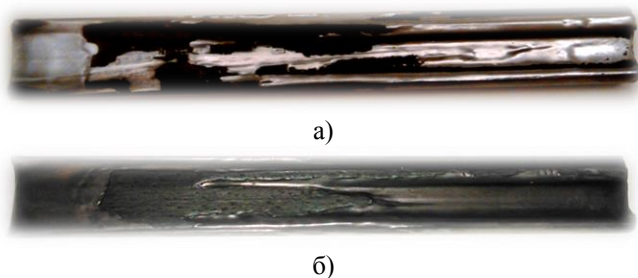


Рисунок 21 – Внешний вид образцов после 4 воздействия: а) – TaW10, б) – Cr

Таблица 3 – Параметры нагружения образцов

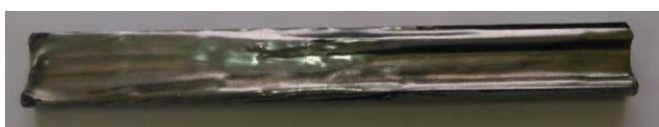
| № п/п | Масса топлива, г | $p_{max}$ , МПа | $\tau_{фр}$ , мс | $\tau_{пр}$ , мс |
|-------|------------------|-----------------|------------------|------------------|
| 1     | 300              | 125             | -                | -                |
| 2     | 500              | 240             | -                | -                |
| 3     | 700              | 364             | -                | -                |
| 4     | 825              | 470             | 6,30             | 66,0             |
| 5     | 300              | 113             | -                | -                |
| 6     | 800              | 441             | 6,10             | 68,0             |
| 7     | 800              | 434             | 6,00             | 60,0             |

Примечания:

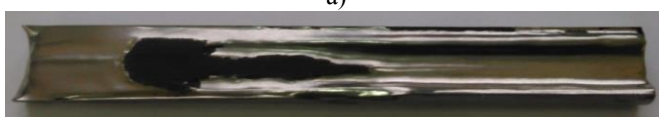
- 1  $\tau_{фр}$  – время от начала процесса до  $p_{max}$ , мс.
- 2  $\tau_{пр}$  – продолжительность процесса (импульса давления), мс.
- 3 Заряд – 6/7 гр, воспламенитель – ДРП.

После 7 воздействий был произведен демонтаж образцов и внешний осмотр состояния покрытия (рисунок 22). По результатам осмотра образцов установлено:

- относительная площадь схода защитного покрытия образца ТаW10 составила 100 %;
- относительная площадь схода защитного покрытия образца Сг составила (86±5) %.



а)



б)

Рисунок 22 – Внешний вид образцов после 7 воздействий: а) – ТаW10, б) – Сг

Далее проводилось испытание образца ТаW10 с двухслойным покрытием. Внешний вид образца перед началом проведения испытаний представлен на рисунке 21. На поверхности образца до испытаний зафиксированы участки схода верхнего второго слоя покрытия, видны участки оставшегося второго слоя покрытия.



Рисунок 23 – Внешний вид образца перед проведением испытаний

Параметры газодинамического нагружения, зафиксированные по результатам испытаний, представлены в таблице 4.

После 1 удара был произведен демонтаж образцов и внешний осмотр состояния покрытия (рисунок 24). По результатам осмотра образцов установлено:

- относительная площадь схода защитного покрытия образца ТаW10 составила (90±5) %;
- относительная площадь схода защитного покрытия образца с хромовым гальваническим покрытием составила (50±5) %.

Таблица 4 – Параметры нагружения образцов

| № п/п | Масса заряда, г | $p_{max}$ , МПа | $\tau_{фр}$ , мс | $\tau_{пр}$ , мс |
|-------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| 1     | 560             | 456             | 6,9              | 68,5             |

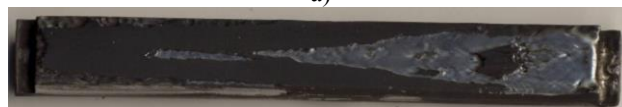
Параметры газодинамического нагружения, зафиксированные по результатам испытаний, представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Параметры нагружения образцов

| № п/п | Масса заряда, г | $p_{max}$ , МПа | $\tau_{фр}$ , мс | $\tau_{пр}$ , мс |
|-------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| 1     | 560             | 457             | 6,95             | 68,7             |
| 2     | 560             | 478             | 6,00             | 69,0             |



а)



б)

Рисунок 24 – Внешний вид образцов после 1 воздействия: а) – ТаW10, б) – Сг

Относительно быстрый сход покрытия на основе ТаW10 объясняется предположительно его малой толщиной, что приводит быстрому прогреву и нарушению адгезии с основным металлом. Для подтверждения данного факта был проведен эксперимент с испытанием образцов ТаW10 с увеличенной в два раза толщиной покрытия.

Параметры газодинамического нагружения, зафиксированные по результатам испытаний, представлены в таблице 6.

После 1 воздействия был произведен демонтаж образцов и внешний осмотр состояния покрытия (рисунок 25). По результатам осмотра образцов установлено:

– относительная площадь схода защитного слоя образца TaW10 с нормальной толщиной покрытия составила 100 %;

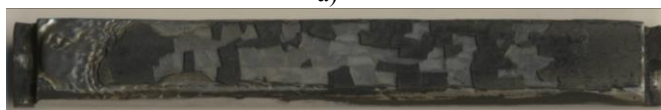
– относительная площадь схода защитного слоя образца с увеличенной толщиной покрытия составила  $(55 \pm 5)$  %. Отслоение блоков покрытия.

Таблица 6 – Параметры нагружения образцов

| № п/п | Масса заряда, г | $p_{max}$ , МПа | $\tau_{фр}$ , мс | $\tau_{пр}$ , мс |
|-------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|
| 1     | 560             | 502             | 5,20             | 80,0             |
| 2     | 560             | 478             | 6,00             | 69,0             |



а)



б)

Рисунок 25 – Внешний вид образцов после испытаний с толщиной покрытия: а) – нормальной, б) – № увеличенной

### Выводы

Разработан научно-исследовательский комплекс оценки стойкости защитных покрытий от высокотемпературных газодинамических воздействий в условиях высоких давлений и скоростей обдува их поверхностей.

Проведено исследование стойкости защитных покрытий на основе тантала и вольфрама (сплава TaW10), полученного методом вакуумного ионно-плазменного напыления в сравнении со стойкостью хромового гальванического покрытия. Показано, что покрытие TaW10, хотя и обладает высокой прочностью, но в данных условиях испытаний (высокие скорость потока, давление и температура) имеет меньшую стойкость из-за недостаточной адгезии к основному металлу.

Первоначальный сход покрытия происходит в местах наличия дефектов защитного по-

крытия (крупных пор, трещин, сколов), а также на поверхности у критического сечения соплового блока стенда (данное обстоятельство обусловлено высокой скоростью потока ПГ).

Характер дальнейшего схода защитного покрытия имеет общие черты у всех образцов: образование крупной сетки трещин (в особенности в местах дефектов и у ребер образца), отслаивание блоков покрытия, дальнейшее образование мелкой сетки трещин и выкрашивание покрытия.

По состоянию поверхности материала образца можно также делать косвенное заключение о степени адгезионной прочности покрытия. Наличие гладкой стальной поверхности образца после разрушения защитного покрытия (в противовес наличию локальных участков со следами эрозионного износа) характеризует низкую адгезионную прочность, так как обусловлена мгновенным отслаиванием крупных блоков защитного покрытия.

### Литература

1. Астапов А.Н., Терентьева В.С. Обзор отечественных разработок в области защиты углеродсодержащих материалов от газовой коррозии и эрозии в скоростных потоках плазмы. // Известия вузов ПМФП 2014 г. № 4, С 50 – 70.
2. Факторы, влияющие на эрозию <http://pereosnastka.ru/articles/factory-vliyayushchie-na-eroziyu> <http://pereosnastka.ru/articles/factory-vliyayushchie-na-eroziyu> (дата обращения 05.05. 2017).
3. Advanced Gun Barrel Technologies (AGBT) Background and Results NDIA Joint Armaments Conference, 2010 [интернет-ресурс] URL <https://ndiastorage.blob.core.usgovcloudapi.net/ndia/2010/armament/WednesdayLandmarkABillVezina.pdf> (дата обращения 05.05. 2017)
4. LES- технология лазерной наплавки. [интернет-ресурс] URL <http://mirprom.ru/public/lens-tehnologiya-lazernoj-naplavki.html>. (дата обращения 05.05. 2017)
5. Лепеш Г.В. Латышев Д.Ю., Черкасов М.Ю. Разработка и обоснование метода экспериментального исследования стойкости антиэрозионных защитных покрытий газодинамических импульсных устройств. // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2014 №2(28), С.59– 66



# МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВА ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

УДК 627.1: 532.5

## РАСЧЕТ РАСХОДОВ И УРОВНЕЙ МАЛЫХ ВОДОТОКОВ

Н.Л. Великанов<sup>1</sup>, В.А. Наумов<sup>2</sup>, С.И. Корягин<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup>*Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта (БФУ им. Канта), 236041, г. Калининград, ул. А. Невского, 14;*

<sup>2</sup>*Калининградский государственный технический университет (КГТУ), 236000, г. Калининград, Советский пр., 1*

Обсуждаются программные продукты (гидравлические расчетные комплексы) разных авторов, применяемые для гидравлических расчетов уровня водотоков. Показано, что основными проблемами в работе с гидравлическими расчетными комплексами является необходимость подготовки обширной геодезической информации по сечениям реки, отметкам поверхности ее поймы и всего бассейна. Рассмотрен расчет, выполненный в 2017 году при обработке результатов инженерно-гидрологических изысканий для реки Новой без применения гидравлических расчетных комплексов.

*Ключевые слова:* малый водоток, гидравлический расчет, расход воды

## CALCULATION OF FLOW AND LEVELS OF SMALL WATERCOURSES

N. L. Velikanov, V. A. Naumov, S. I. Koryagin

*The Baltic federal university of Immanuel Kant (BFU of Kant), 236041, Kaliningrad, st. A. Nevsky, 14; Kaliningrad State Technical University (KSTU), 236000, Kaliningrad, Sovetsky Ave., 1*

Discusses software products (hydraulic design area) by different authors, with-replaceable for hydraulic calculations of watercourses. It is shown that the main problems in working with design of hydraulic systems is the need to prepare extensive geodetic information section of the river, the surface levels of the floodplain and its entire basin. We consider the calculation performed in 2017 when processing the results of engineering-hydrological survey for Novaja river without the use of hydraulic design systems.

*Keywords:* small watercourse, hydraulic calculation, water flow rate

Определение расходов и уровней водотоков с помощью гидравлических расчетов проводится для различных целей: планирования режимов работы водохранилищ, уточнения диспетчерских графиков управления водохранилищами, пропуска паводков, имитации редких гидрологических явлений и экстремальных ситуаций, режимов работы прирусловых гидротехнических сооружений, прогнозирования экстремальных (максимальных и минимальных) уровней. Для гидравлических расчетов уровня водотоков в

России, и за ее пределами широко используются программные продукты (гидравлические расчетные комплексы) разных авторов. Перечислим наиболее известные программные продукты:

MIKE (Датский институт гидравлических исследований);

HEC-RAS (Корпус американских военных инженеров);

SWAT (Департамент сельского хозяйства США);

<sup>1</sup>*Великанов Николай Леонидович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой машиностроения и технических систем, БФУ им. И. Канта, тел. 8 (4012) 595 585; e-mail: monolit8@yandex.ru;*

<sup>2</sup>*Наумов Владимир Аркадьевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой водных ресурсов и водопользования, КГТУ, тел. 8 (4012) 99 53 37; e-mail: vladimir.naumov@kgtu.ru;*

<sup>3</sup>*Корягин Сергей Иванович – доктор технических наук, профессор, директор инженерно – технического института, БФУ им. И. Канта, тел. 8 (4012) 595 585; e-mail: SKoryagin@kantiana.ru*



SOBEK (Дельфтская гидравлическая лаборатория, Голландия),

EFDC (Институт морских исследований Вирджинии, США);

BASINS, HSPF, QUAL (Агентство по охране окружающей среды США).

Пользователям зачастую трудно определить, какой из них целесообразно применить в конкретных условиях. Сравнение характеристик перечисленных программных продуктов опубликовано в [1 – 3]. В трех указанных обзорах приведено 182 ссылки на описание особенностей программных продуктов, на исследования с их помощью гидрологических характеристик водотоков и качества воды в них.

Следует согласиться с мнением [4], что принципиальных отличий в математических методиках и в методике расчетов эти программы не имеют. Для установившегося движения водотока используется формула Шези, а для расчета неустановившегося движения уравнения Сен-Венана. Решение находится одним из численных методов, в большинстве программ – на основе конечно-разностных схем. Различия программных продуктов заключаются в основном в методах учета гидрологических параметров водотоков, формах ввода морфометрической информации, описания гидротехнических сооружений, вывода и визуализации результатов расчетов.

Существуют и российские программные продукты такого рода. Например, WPI-RQC (Water Problem Institute – River Quality Control), разработанная в Институте водных проблем ИВП РАН [5, 6], «Волна» научно-производственного предприятия ООО «Титан-Оптима» [7]. Однако они имеют узкую (специальную) направленность. С помощью [5] можно рассчитать перенос и трансформацию загрязнений от точечных и диффузных источников в разветвленной речной системе. Программа «Волна» [7] позволяет рассчитывать параметры волны прорыва и затопления местности, возникающей при авариях на гидросооружениях: максимальная глубина затопления, ширину затопления и скорость течения, время прихода фронта, гребня и хвоста волны прорыва, максимальный расход воды в створе, высоту волны.

Линейки программных продуктов, как правило, имеют не только версию для гидравлического расчета в одномерном приближении (например, MIKE-11), но и для решения задачи речной гидравлики 2D и 3D (MIKE-21, MIKE-31). Для решения гидравлических задач малых рек и ручьев, как правило, достаточно одномерных математических моделей. Поэтому в данной статье остановимся на программных продуктах, разработанных на базе одномерных уравнений

Сен-Венана. Одномерность означает, что гидравлические характеристики потока осреднены по поперечному сечению.

Разработана и широко используется одномерная математическая модель динамики течения в системе водотоков, как без боковой приточности, так при ее наличии, на основании уравнения Сен-Венана [8 – 10]:

$$\frac{\partial \omega}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial X} = q$$

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial X} \left( \frac{Q^2}{\omega} \right) + g \cdot \omega \cdot \left( \frac{\partial Z}{\partial X} + \frac{Q^2}{K^2} \right) = 0 \quad (1)$$

где  $t$  – время, с;  
 $X$  – расстояние вдоль оси водотока, м;  
 $Q(X, t)$  – расход воды, м<sup>3</sup>/с;  
 $\omega(X, t)$  – площадь живого сечения водотока, м<sup>2</sup>;  
 $q(X, t)$  – интенсивность бокового притока, м<sup>2</sup>/с;  
 $Z(X, t)$  – уровень свободной поверхности, м;  
 $g$  – ускорение свободного падения м/с<sup>2</sup>;  
 $K$  – расходная характеристика русла, м<sup>3</sup>/с.  
 Начальные и граничные условия к системе уравнений (1):

$$Q(X, 0) = f_1(X), \quad \omega(X, 0) = f_2(X);$$

$$Q(0, t) = \varphi_1(t), \quad \omega(0, t) = \varphi_2(t). \quad (2)$$

Для решения краевой задачи (1 – 2) с помощью одного из программных продуктов необходимо подготовить и ввести обширную геодезическую информацию по сечениям реки, отметкам поверхности ее поймы и всего бассейна. Эта работа не представляет особой сложности лишь при наличии функционирования ГИС бассейна реки. В противном случае пользователю придется решать сложную проблему. Так в [10] данные о поперечной структуре сечений русла среднего течения Северной Сосьвы были подготовлены на основе данных о глубинах с лоцманских карт с помощью IT-технологии. При этом абсолютные ошибки оказались велики из-за низкого качества исходных данных, получаемых с лоцманских карт для построения расчетной сетки модели. Вывод [10]: для создания адекватной информационно-моделирующей системы прогноза гидрологических ЧС с использованием ресурса программного пакета MIKE-11, необходимо организовать полевые съемки высокого пространственного разрешения высотных отметок русла и поймы реки.

В [11] было предложено корректировать геометрические и гидравлические характеристики речного русла путем решения обратных задач (1 – 2). В дальнейшем этот процесс был назван

калибровкой базовой геометрической информацией цифровой гидравлической модели [12]. Этот процесс калибровки, включает этапы гидравлического расчета, сравнения полученных после расчета уровней с фактическими данными на постах наблюдений и оценку различий между ними, устранения этих различий путем изменения параметров сечений (ширины русла и пойм, глубины, шероховатости, расстояний). Критерием калибровки является максимальное приближение полученных по расчетам уровней и объемов водохранилищ к фактическим уровням реки на створах - постах наблюдений в соответствующих гидрологических условиях. Очевидно, что такой метод корректировки данных пригоден лишь для тех водотоках, на которых проводятся систематические гидрометрические наблюдения. Тогда как на малых водотоках стационарных постов наблюдений очень мало. В частности, на реке Новой в калининградской области систематических гидрометрических наблюдений не проводилось.

Рассмотрим расчет, выполненный в 2017 году при обработке результатов инженерно-гидрологических изысканий. Река Новая является левым притоком реки Преголи. Длина водотока  $L = 10,1$  км; средний уклон  $I = 2,2$  ‰; площадь водосбора  $A = 13,2$  км<sup>2</sup>; в том числе леса составляют  $A_L = 12,7$ %; болота  $A_B = 4,5$  %. На рис. 1 показана приустьевая часть бассейна реки Новой. При проведении инженерных изысканий были выполнены промеры сечений водотока в 9 створах, расположенных примерно через 1 км. Довольно большое расстояние между створами было обусловлено плавностью изменений русла по длине водотока, что иллюстрируется отметками дна на рис. 2 и 3.

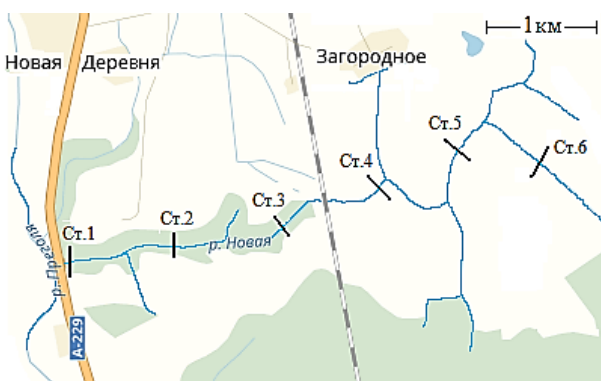


Рисунок 1 – Часть бассейна реки Новой с промерными створами

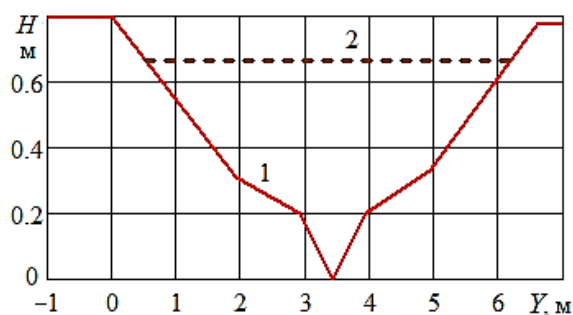


Рисунок 2 – Поперечное сечение реки Новой в створе № 1: 1 – отметки дна, 2 – максимальный расчетный уровень  $P = 10$  %

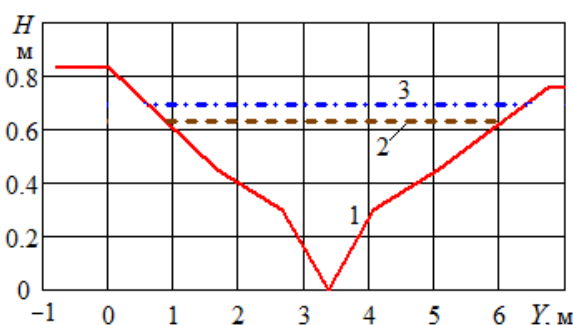


Рисунок 3 – Поперечное сечение реки Новой в створе № 2: 1 – отметки дна, 2 – максимальный расчетный уровень  $P = 10$  %; 3 –  $P = 5$  %

Следующим этапом была определена интенсивность боковой приточности реки Новой во время весеннего половодья с использованием формулы редуционной [13]:

$$Q_{P\%}(X) = \frac{K_0 \cdot h_p \cdot \mu \cdot \delta \cdot \delta_1 \cdot \delta_2 \cdot A(X)}{(A(X) + A_1)^{nr}}, \quad (3)$$

где  $Q_{P\%}$  – максимальный расход воды весеннего половодья, заданной ежегодной вероятности превышения на расстоянии  $X$  от истока, м<sup>3</sup>/с;  
 $nr$  – показатель степени редукиции, для всей территории Калининградской области принят  $nr = 0,18$ ;

$K_0$  – параметр, характеризующий дружность половодья;

$h_p$  – слой суммарного стока половодья той же обеспеченности ( $P\%$ ), что и искомый максимальный расход воды;

$\mu$  – коэффициент, учитывающий неравенство статистических параметров слоя стока и максимальных расходов воды;

$\delta_1, \delta_2$  – коэффициенты, учитывающие снижение максимального расхода воды соответственно лесами и болотами;

$\delta$  – коэффициент, учитывающий влияние на сток озер, водохранилищ;

$A$  – площадь части водосбора на расстоянии  $X$  от истока, км<sup>2</sup>;

$A_1$  – дополнительная площадь, учитывающая снижение интенсивности редукиции модуля максимального стока с уменьшением площади водосбора, км<sup>2</sup>.

Коэффициент  $\delta_1$  определяется по формуле [13]:

$$\delta_1 = \alpha_1 / (A_{л1} + 1)^{0,22}, \quad (4)$$

где  $\alpha_1$  – параметр, учитывающий расположение леса на водосборе;

$A_{л1}$  – залесённость водосбора в процентах.

Коэффициент  $\delta_2$  определяется по формуле [13]:

$$\delta_2 = 1 - \beta \lg (0,1 \cdot A_{б1} + 1), \quad (5)$$

где  $\beta$  – коэффициент, учитывающий тип болот и состав грунтов, для рассматриваемых водосборов и равен 0,8;

$A_{б1}$  – заболоченность водосбора в процентах.

Интенсивность боковой приточности может быть найдена для заданной обеспеченности по формуле:

$$q_{P\%}(X) = \frac{d Q_{P\%}}{d X}. \quad (6)$$

На рис. 4 представлены результаты расчета уровня воды в реке Новой во время весеннего половодья при различных значениях обеспеченности. Видно, что при  $P = 10\%$  затопления нет; при  $P = 5\%$  затопление произойдет около отметки 10 км (недалеко от створа № 1), а при  $P = 1\%$  – после отметки 6 км.

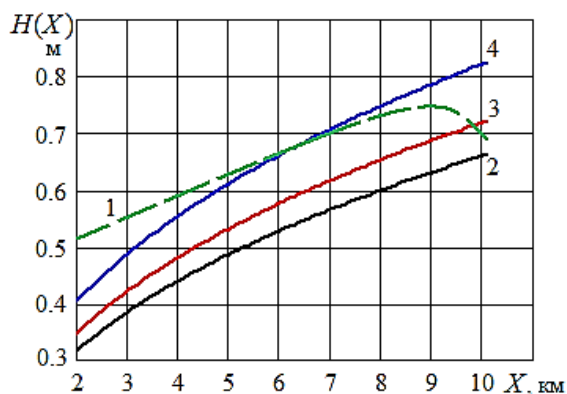


Рисунок 4 – Максимальные расчетные уровни весеннего половодья вдоль реки Новой: 1 – уровень затопления, 2 – расчетный уровень,  $P = 10\%$ ; 3 –  $P = 5\%$ ; 4 –  $P = 10\%$

### Литература

1. Wang Q, Li S., Jia P., Qi C., Ding F. A review of surface water quality models // The Scientific World Journal. – 2013. Article ID 231768. – 7 p. [Electronic resource]. – URL: <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2013/231768/> (date of access 29.10.2017).

2. Gao L., Li D. A review of hydrological/water-quality models // Agricultural Science. Engineering. – 2014. – V. 1, No 4. – P. 267-276.

3. Sumita N., Kaur B.S. Water quality models: a review // International Journal of Research – Granthaalayah. – 2017. – V. 5(1). – P. 395-398.

4. Никифоров Д.А. Методика калибровки гидравлических моделей рек и водохранилищ // Известия Самарского научного центра РАН. – 2015. – Т. 17, № 6. – С. 128-134.

5. Готовцев А.В. WPI RQC (Water Problem Institute – River Quality Control). Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2016610993 от 25.01.2016.

6. Готовцев А.В., Ларина Е.Г. Оценка точечных и диффузных источников загрязняющих веществ в бассейне реки Москвы // Водные ресурсы: новые вызовы и пути решения. – Новочеркасск: Изд-во «Лик», 2017. – С. 318-324.

7. Чурбанов О.И., Домрачев К.В., Клочков П.В. Программа прогнозирования возможного катастрофического затопления местности и параметров волны прорыва при разрушении гидроузлов «Волна». Свидетельство о регистрации электронного ресурса № 18828 от 09.01.2013 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.titan-optima.ru/programm/volna/> (дата обращения 29.10.2017).

8. Kamel A. H. Application of a hydrodynamic MIKE-11 model for the Euphrates River in Iraq // Slovak Journal of Civil Engineering. – 2008. – No 2. – P. 1-7.

9. Javadian M., Kaveh R., Mahmoodinasab F. A study on experimental model of dam break problem and comparison experimental results with analytical solution of Saint-Venant equations // International Journal of Advanced Biotechnology and Research. – 2016. – V. 7, No 5. – P. 1239-1245.

10. Будяну А.Т., Викторов Е.В., Пушистов П.Ю. Результаты применения информационно-вычислительной системы MIKE-11 для моделирования переменных гидродинамики среднего течения реки Северная Сосьва // Известия Алтайского государственного университета. 2013. – Т. 1(77). – С. 133-137.

11. Корень В.И., Кучмент Л.С. Определение геометрических и гидравлических характеристик речного русла путем решения обратных задач для уравнений Сен-Венана // Водные ресурсы, 1973. – № 4. – С. 83-100.

12. Левит-Гуревич Л.К., Никифоров Д.А. Анализ процесса идентификации параметров морфометрии рек и водохранилищ в компьютерных моделях гидравлических расчетов (результативность и однозначность калибровки) // Известия Самарского научного Центра РАН, 2015. – Т. 17, № 6. – С. 116-122.

13. Свод правил СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик. Одобрен для применения в качестве нормативного документа постановлением Госстроя России № 218 от 26 декабря 2003 г.



# ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ СЕРВИСА

УДК 332.142.4

## ЛОГИСТИКА ВТОРИЧНЫХ МАТЕРИАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ И РЕЦИКЛИНГ В СИСТЕМЕ ЖИЛИЩНО - КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

Б.К. Плоткин<sup>1</sup>, П.П. Дергаль<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Ассоциация содействия промышленности. Научно-экономический комитет.  
195025, Санкт-Петербург, п/я 225;*

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ)  
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21.*

Излагаются основные положения логистики вторичных материальных ресурсов (ВМР) в жилищно-коммунальном хозяйстве. Показана специфика образования и рециклинга бытовых отходов. Обосновывается необходимость специальных экологически чистых технологий сжигания твердых отходов с использованием отводимого тепла.

*Ключевые слова:* логистика ВМР, отходы и потери, полезность, рециклинг, ЖКХ.

## LOGISTICS OF SECONDARY MATERIAL RESOURCES AND RECYCLING IN THE HOUSING AND UTILITIES ECONOMY

B. K. Plotkin, P.P. Dergal

*Association for the promotion of industry. Scientific and economic Committee.  
195025, Saint-Petersburg, p/I 225;*

*Saint-Petersburg state University of Economics (SpBGEU),  
191023, Saint-Petersburg, Sadovaya street, 21.*

Outlines the main provisions of the logistics of secondary material resources (SMR) in the housing sector. The specifics of formation and recycling of household waste. The necessity of a special environmentally friendly technologies of combustion of solid waste with the use of exhaust heat.

*Keywords:* logistics VMR, waste and loss of usefulness, recycling, housing.

Согласно логистике вторичных материальных ресурсов (ВМР), объектом управления являются так называемые возвратные или реверсивные потоки, т.е. потоки отходов производства и потребления. В связи с этим все составляющие оборота ВМР изучаются на основе принципов, концепций и методов теории и практики логистики.

По мере развития производительных сил общества и цивилизации в целом обостряется проблема охраны окружающей среды – среды обитания человека. Происходит постоянное увеличение объемов отходов и потерь.

Все научные дисциплины прямо или опосредованно заняты решением проблемы охраны

окружающей среды, а вместе с этим проблемой утилизацией отходов и потерь. Важное место в решении указанной проблемы занимает и экономическая логистика.

Логистика как новое научно-практическое направление рассматривает все процессы и явления в экономике с позиций потоковой концепции. [1, 2]. В настоящее время стала развиваться предметная логистика – логистика ВМР. Многие вопросы управления оборотом отходов рассматриваются также в родственных научных логистических дисциплинах: Региональная логистика[3] и Реверсивная логистика [4].

<sup>1</sup>*Борис Кальманович Плоткин – кандидат технических наук, доктор экономических наук, профессор тел.:(812) 687-56-83;*

<sup>2</sup>*Петр Петрович Дергаль – старший преподаватель кафедры Безопасность населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, тел.: +7(911)210-53-92, e-mail: dergal1946@mail.ru*

Жизнедеятельность человека неизбежно сопровождается образованием отходов и потерь. Отходы в отличие от потерь сохраняют свою первоначальную материальную субстанцию. Основную массу (порядка 90 – 95%) составляют так называемые «твердые» отходы.

Отходы характеризуются ограниченной типологией, ибо отходы подразделяются всего на две основные группы: 1) отходы производства и потребления и 2) отходы производственные и бытовые. Последние – это в основном отходы жилищно-коммунального хозяйства, т.е. отходы жизнедеятельности физических лиц – граждан или жителей страны.

Отходы, будучи твердыми, сохраняют не только свою материальную субстанцию, но и определенную часть своей производственно-экономической *полезности*. В данном случае речь идет об остаточной полезности. А поэтому отходы могут быть и должны рассматриваться как исходные материальные ресурсы в виде сырья и материалов. Наличие остаточной полезности отходов определяет их объективную способность быть использованы в дальнейшей деятельности – в этом смысле все отходы являются возвратными. Выделение особой группы «возвратных» отходов является недопустимым.

Определяющим признаком потерь является то, что материальные ресурсы в процессе производства или потребления утрачивают свою первоначальную материальную субстанцию. Поэтому к потерям относятся испарения, превращение в газообразное состояние и т.п. Если потери улавливаются для дальнейшего использования, то они переходят в группу отходов.

Проблема отходов не только экономическая, но и экологическая. Экономическая проблема заключается в том, что в отходы вложена значительная часть (до 70 %) затрат живого и овеществленного труда, а также энергии. Экологическая проблема – это загрязнение окружающей среды и нарушение безопасности жизнедеятельности человека.

Объективная возвратность отходов предопределяет такой процесс в макроэкономике как *рециклинг* – своеобразный и управляемый кругооборот материальных ресурсов в производственно-коммерческой деятельности. По существу, весь инструментарий логистики ВМР направлен на достижения рециклинга [2, с. 170 – 176].

Источником всех материальных ресурсов является природа: земля и ее недра. Земные недра содержат так называемые «полезные ископаемые». С современной точки зрения полезные ископаемые образуют минеральные ресурсы.

Минеральные ресурсы представляют собой совокупность специфических форм скопле-

ния минеральных веществ в земной коре, при этом их добыча, переработка и транспортировка должны удовлетворять следующим требованиям:

- экологической допустимости;
- технической возможности;
- экономической целесообразности и рентабельности;
- социального благоприятствования.

Минеральное вещество становится ресурсом только тогда, когда в нем возникает потребность. Одной из особенностей минеральных ресурсов является многофункциональность их применения, т.е. один и тот же вид сырья может использоваться в промышленности, сельском хозяйстве, здравоохранении, быту.

Минеральные ресурсы подразделяются на энергетические и неэнергетические. Приведенное деление учитывает область применения и характер использования. К энергетическим ресурсам относятся нефть, уголь, газ, сланцы, уран, а к неэнергетическим – все остальные ресурсы. Указанное деление в известной мере является условным, поскольку определенная часть (10 – 20%) энергоресурсов идет не на энергетические нужды, а на производство весьма широкого ассортимента продукции: синтетические материалы, смазочные масла, удобрения, химикаты, лекарственные средства и т.п. Значительная часть энергии используется в быту в сфере жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ).

Отличительной особенностью энергетических ресурсов является то, что они – в отличие от неэнергетических – расходуются безвозвратно, т.е. сжигаются. В то время как неэнергетические ресурсы могут быть подвергнуты *вторичной* переработке и использованы повторно. Следует отметить, что такое энергетическое сырье, как уран, может использоваться многократно.

Особый источник материальных ресурсов – это растительное сырье: лес, продовольственные и технические сельскохозяйственные культуры, которые являются возобновляемыми.

Объем минеральных ресурсов не является величиной строго фиксированной и постоянной, поскольку происходит постоянное изменение их массы и видов под влиянием научно-технического прогресса и новых общественных потребностей, повышение степени изученности земных недр. Появление новых технологий в добыче и переработке полезных ископаемых приводит к увеличению промышленных запасов минеральных ресурсов, которое опережает рост масштабов их использования.

Относительный характер запасов минеральных ресурсов отражен в международной классификации. (табл. 1) [5, с. 102].

Таблица 1 – Международная классификация сырьевой базы

|  |   |
|--|---|
| I. Разведанные ископаемые<br>- установленные<br>- достоверные<br>- вероятные<br>- рентабельные для освоения    | Identified, known<br><br>- Demonstrated<br>- Measured, proved<br>- Probable<br>- Economic |
| II. Промышленные запасы  | Reserves  |
| III. Неоткрытые месторождения<br>- гипотетические в известных районах<br>- теоретические в неизвестных районах | Undiscovered, unknown<br><br>- Hipotetical<br>- Speculative                               |
| IV. Нерентабельные   | Subeconomic   |
| V. Потенциальные запасы  | Resources   |

И, тем не менее, запасы минеральных ресурсов не безграничны. В настоящее время главным ограничением в освоении новых месторождений полезных ископаемых являются экологические требования – охрана природы и окружающей среды как среды обитания человека.

Опыт многих стран мира показывает, что загрязнение окружающей среды идет более быстрыми темпами, чем прирост добычи и переработки минеральных ресурсов. Кроме того, удорожается производство сырья вследствие усложнения условий добычи, уменьшения содержания полезного вещества и дополнительных затрат на природоохранные мероприятия.

Все это вместе взятое предопределяет необходимость освоения нового источника материальных ресурсов. Таким источником являются *вторичные материальные ресурсы – ВМР*.

Вторичные материальные ресурсы представляют собой остаточные продукты средств производства и предметов потребления, которые в процессе своего производственного и личного потребления утратили свою исходную полезность, но при этом сохранили свою материальную субстанцию, а поэтому могут вновь поступить в процесс производства как предметы труда.

В процессе производства исходные материальные ресурсы (или первичные – ПМР) в основной своей массе входят в готовый продукт и образуют так называемый «полезный», или «чистый», расход, а остальная часть есть не что

иное, как отходы производства.

Некоторые отходы могут быть использованы в данном производстве на имеющемся оборудовании.

Однако большая часть отходов не может быть возвращена в данное производство для использования, но вполне может быть использована в других производствах и, соответственно, по другим технологиям. Например, в металлообработке: из конечных отходов металлопроката могут быть изготовлены более мелкие детали, а металлическая стружка может идти на переплавку, т.е. быть использована в литейном производстве.

Комбинирование производства позволяет использовать все виды отходов – за счет *комплексного* использования сырья и материалов.

Изначально именно в промышленных производствах вопросам сокращению отходов и их использованию уделялось первостепенное внимание. Такое положение было обусловлено следующими факторами:

- 1) очевидность экономических потерь от образования отходов;
- 2) достижения научно-технического прогресса;
- 3) наличие квалифицированных инженерно-технических работников, занятых разработкой новых технологий;
- 4) концентрация образующихся отходов на предприятиях;
- 5) стимулирование повышения коэффициентов использования сырья и материалов;
- 6) наличие долгосрочных хозяйственных связей между поставщиками и потребителями материальных ресурсов.

К настоящему времени в основных отраслях производства, прежде всего, машиностроении и приборостроении, доминируют безотходные технологии. Химические производства оснащаются очистительными сооружениями. С развитием безотходных производств возрастает роль отходов *потребления*: производственного и личного. В данном случае под отходами производственного потребления понимаются в основном средства труда, отслужившие свои сроки до физического или морального износа (машины, оборудование, станки, приборы и т.п.). Отходы личного потребления есть не что иное, как бытовые отходы.

Процесс образования вторичных материальных ресурсов представлен на рис. 1.

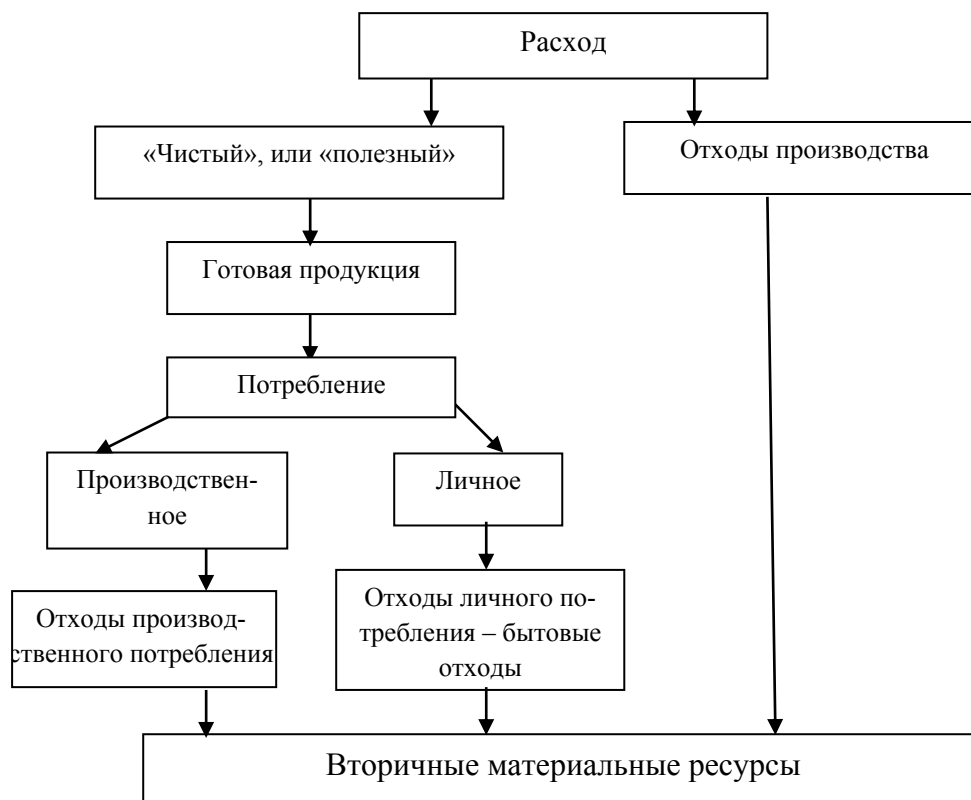


Рисунок 1 – Схема образования вторичных материальных ресурсов

При управлении вторичными материальными ресурсами следует руководствоваться следующим правилом: современный уровень техники и технологии обеспечивает необходимую и достаточную возможность использования в производстве всех видов отходов.

Использование вторичных материальных ресурсов решает двуединую задачу: экологическую и экономическую. Для сохранения природы и охраны окружающей среды первичные материальные ресурсы как продукты добывающей промышленности лишь в минимальной мере должны вводиться в хозяйственный оборот, при этом основная роль в решении сырьевых проблем должна отводиться вторичным материальным ресурсам.

Всемерное использование отходов определяет интенсификацию материалопотребления. Такая интенсификация может быть достигнута максимально возможным кругооборотом материальных ресурсов (рис. 2.).

С точки зрения логистики, вторичные материальные ресурсы образуют вторичные или возвратные (реверсивные) материальные потоки, которые поступают на рынок вторичных материальных ресурсов – локальный рынок в составе

интегрированного рынка.

Использование вторичных материальных ресурсов в производстве определяется только выгодой для товаропроизводителя. Дело в том, что применение отходов зачастую оказывается невыгодным, поскольку усложняются производственные процессы, увеличивается трудоемкость, а изготовляемая продукция также зачастую оказывается недостаточного качества – в то время как первичные материальные ресурсы позволяют использовать экономичные, автоматизированные производственные процессы. Поэтому задача коммерции и коммерческой логистики – обеспечить конкурентоспособность ВМР в сравнении с ПМР по всей триаде: «издержки», «качество», «цена».

Процесс доведения вторичных материальных ресурсов до товарного вида и требуемых кондиций включает следующие этапы: сбор, заготовка, обработка и реализация.

Сбор предусматривает концентрацию отходов, поскольку места образования отходов, как правило, рассредоточены среди многочисленных потребителей – так называемых сдатчиков ВМР.

На этапе заготовки производится сортировка ВМР, отбраковка посторонних включений.

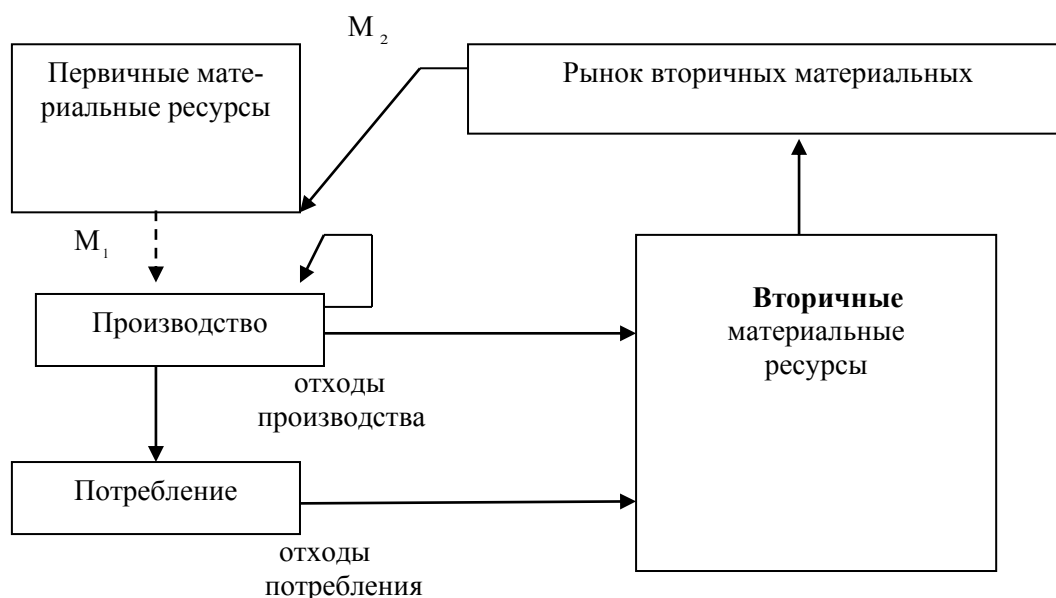


Рисунок 2 – Рециклинг материальных ресурсов:  $M_1$  – масса первичных материальных ресурсов;  $M_2$  – масса вторичных материальных ресурсов. Условие кругооборота материальных ресурсов:  $\Delta = M_1 - M_2 \rightarrow Q$ .

Обработка предусматривает доведение ВМР до товарного вида, т.е. подготовку к производственному потреблению.

Этап реализации – это продажа ВМР как товара на рынке по всем правилам маркетинга, т.е. с учетом требований покупателей-товаропроизводителей.

Перечисленные этапы, а также транспортировка между этапами требуют определенных затрат, которые добавляются к цене отходов – все это формирует цену вторичных материальных ресурсов.

Цена как управляющее воздействие должна стимулировать использование в производстве материальных ресурсов, получаемых в результате рециклинга. Однако более действенными являются меры макроэкономического регулирования: налоговые льготы для товаропроизводителей, работающих на вторичных материальных ресурсах, а в цене первичных материальных ресурсов, в частности сырья, включается экологическая составляющая. Последнее означает, что рециклинг должен быть экономически и экологически выгодным для общества в целом.

С точки зрения экономической теории, цена есть мера полезности товаров. В связи с этим цена на первичные  $\Pi(\text{пмр})$  и вторичные  $\Pi(\text{вмр})$  материальные ресурсы должны иметь следующую структуру:

1) цены на вторичные материальные ресурсы:

$$\Pi(\text{вмр}) = p_0 + \sum v_i + T, \quad (1)$$

где  $p_0$  – исходная цена отходов по остаточной полезности;

$\sum v_i$  – затраты на подготовку отходов к дальнейшему использованию;

$T$  – транспортно-заготовительные расходы.

2) цены на первичные материальные ресурсы:

$$\Pi(\text{пмр}) = p + (\Delta - \delta + T) + R + E + H \quad (2)$$

где  $p$  – цена потребления, т.е. при полной полезной для данного использования;

$\Delta$  – наценка цене на подготовку к производственному потреблению;

$\delta$  – скидки с цены (преимущественно стимулирующие);

$T$  – транспортные расходы.

Цена ПМР включает *дополнительные составляющие*:

$R$  – природную ренту;

$E$  – затраты на охрану окружающей среды – экологические мероприятия;

$H$  – плату за землю.

Подобное сравнение выполняется для сырьевых материалов аналогичного назначения, например, получение металла из лома (ВМР) или из руды (ПМР), изготовление бумаги из макулатуры (ВМР) или из целлюлозы (ПМР).

В любом случае вопрос о применении вторичных материальных ресурсов решает каждый товаропроизводитель на основе функционально-ценового анализа, по результатам которого определяется их полезность и цена спроса. В логистической практике материальные ресурсы, получаемые в результате рециклинга и направляемые вновь на производственное потребление, образуют, как уже отмечалось, *воз-*



вратные потоки.

К настоящему времени существенно изменилась ситуация, связанная с образованием отходов. В общей массе отходов преобладают *отходы потребления*, что обусловлено следующими факторами:

1) в розничной торговле товары, в особенности продовольственные, реализуются в фасованном виде (в упаковке), что порождает значительные объемы бытовых отходов преимущественно пластика (полиэтилена);

2) высокого уровня достигла автомобилизация общества, вследствие чего образуются отходы потребления в виде вышедших из эксплуатации автомобилей;

3) значительного ускорения достигло моральное старение современной техники и оборудования, которые также выводятся из эксплуатации.

Теоретически для рециклинга материальных ресурсов предусматриваются следующие программы:

1) отдельный сбор бытовых отходов потребления;

2) материальное стимулирование утилизации вышедших из эксплуатации автомобилей;

3) ликвидация несанкционированных свалок и создание специальных полигонов, отвечающих экологическим требованиям;

4) возведение экологически безопасных мусороперерабатывающих и мусоросжигательных заводов;

5) создание благоприятных условий для организации и развития специализированного вида предпринимательства, связанного с рециклингом вторичных материальных ресурсов;

6) рекультивация и благоустройство территорий;

7) усиление экологического надзора и контроля со стороны органов государственной власти.

Следует сразу же отметить, что ни одна из перечисленных программ в полной мере на практике не выполняется – ни в регионах, ни в Петербурге.

Проблема отходов и вторичных материальных ресурсов является одной из приоритетных не только экономики, но и государственного управления на федеральном и региональном уровнях. Отлаженная система рециклинга обеспечивает благоприятное состояние среды обитания и экономики в целом.

Особое место в логистике вторичных материальных ресурсов занимает рециклинг в сфе-

ре жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ). Специфика заключается в том, что основную массу отходов (до 80 %) составляют пищевые отходы, а также связанные с этим использованные упаковки – пластиковые емкости и пакеты, бумага и картон. К этому следует добавить всякого рода мусор при уборке общедомового хозяйства и территорий.

К настоящему времени некоторые бытовые отходы ЖКХ практически выведены из оборота, к ним, в первую очередь, относятся:

- стеклотара, поскольку заменена пластиком;

- макулатура, поскольку бумага заменена электронными носителями информации: электронные книги, интернет, электронное делопроизводство, e-mail (при этом сохраняются и бумажные носители);

- бытовой лом черных и цветных металлов.

В связи с этим свои особенности имеют этапы процессов ВМР ЖКХ (рис. 3).

Следует отметить, что сбор бытовых отходов осуществляется непосредственно жильцами в специально отведенных для этого местах (помойки). В этих же местах собираются и пищевые отходы предприятий общественного питания. Содержание мусороприемников (контейнеров и емкостей) вывозится специализированным транспортом на пункты назначения – свалки, полигоны, мусоросжигательные или мусороперерабатывающие предприятия.

Важно отметить, что в ЖКХ нет возвратных отходов в общелогистическом смысле в виде реверсивных потоков, а поэтому они в большинстве случаев уничтожаются – сжигаются или гниют в свалках и полигонах, т.е. изменяют свою первоначальную материальную субстанцию и превращаются в потери.

Проблема бытовых отходов в сфере ЖКХ и охраны окружающей среды до настоящего времени не решена, причиной чему – человеческий фактор. В связи с этим необходимо данную проблему рассмотреть в историческом аспекте. Многовековое крепостничество воспитало в массах пренебрежительное отношение к окружающей среде – ведь это все чужое, помещичье. А при советской власти общественная собственность воспринималась как ничья. В итоге имеется неудовлетворительное состояние среды обитания. Откуда появилась проблема ЖКХ? Ответ: да от отсутствия заботы людей о своем жилье: в квартирах протечки, на лестницах и дворах мусор и хлам, помойки, как правило, переполнены.

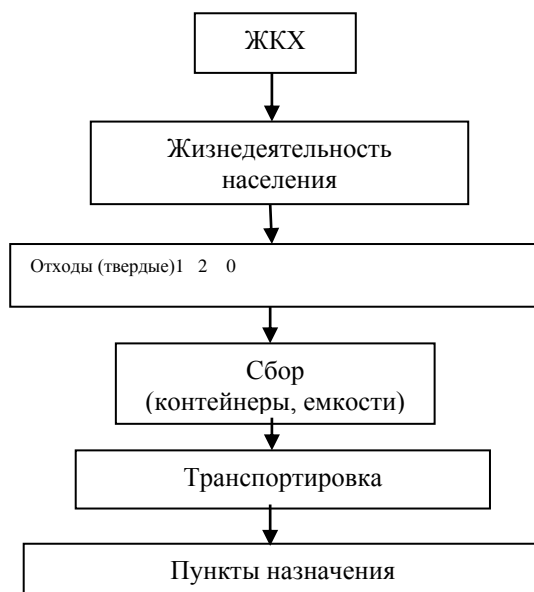


Рисунок 3 – Процесс оборота отходов в ЖКХ

А что имеет место быть на Западе? А на Западе издавна действует закон «Священной частной собственности». Поэтому на Западе все чисто и аккуратно. Малые дети знают, что каждый клочок дороги или тротуара кому-то принадлежит. Жители буквально «вылизывают» свою среду обитания, что наблюдается в Германии, Финляндии и других странах Европы. В указанных странах издавна действует отдельный сбор бытовых отходов. В экологии, как везде, главное – это человеческий фактор.

Принципиально важным является то, что при плановом социалистическом ведении хозяйства экономика является затратной, а при капитализме в условиях развитого рынка экономика является рациональной, а поэтому ресурсосберегающей.

При социализме отсутствие рынка, а вместе с этим и конкуренции, с одной стороны, а с другой стороны, *бесплатное* получение материальных ресурсов, способствовали завышению потребности в материальных ресурсах, а вместе с этим – материальных затрат. Данное обстоятельство, предопределяет *затратный* характер плановой социалистической экономики.

К основным недостаткам плановой системы материально-технического снабжения следует отнести:

- 1) хронический дефицит продукции производственно-технического назначения;
- 2) высокий уровень ресурсозатрат, в том числе материальных и энергетических;
- 3) наличие значительных размеров производственных запасов, в том числе за счет сверхнормативных и неиспользуемых материальных ресурсов.

Потребность на основное производство завывшалась путем манипулирования с нормами расхода: неполным охватом объектов нормирования, неточным учетом нормообразующих факторов, завышением самих норм расхода и др. В ситуации, когда выполнение плана «любой ценой», предприятиям было не до экологии.

Рынок объективно обеспечивает рациональное использование материальных ресурсов, а вместе с этим и соблюдение экологических требований. Данное положение обусловлено тем, что рынок и только рынок определяет истинную стоимость производимой и реализуемой продукции. Поэтому рациональное использование ресурсов является выгодным! Именно на Западе по сей день развиваются безотходные технологии. Так в частности, в странах Запада, Японии и США давно достигнут полный кругооборот металлов. В Канаде и Финляндии использование макулатуры достигает почти 100% (в СССР ставилась задача достичь 30% с помощью сдачи макулатуры в обмен на дефицитные книги: 20 кг на 1 талон).

Составной частью рационального использования ресурсов является и охрана окружающей среды. В странах Запада и США действуют весьма строгие экологические требования. В этих странах сформировалась экологическая культура: культ охраны окружающей среды. Сбор и утилизация отходов объективно является *выгодным* видом предпринимательства, а для этого у них издавна действует отдельный сбор бытовых отходов, чего мы никак не можем достичь. В большинстве случаев при отдельном сборе бытовые отходы подразделяются на три группы: пищевые (органические) отходы, пла-

стик и макулатура – для этих групп в квартирах и домах предусмотрены специальные емкости.

Следует признать, что на данном этапе экологического самосознания населения раздельный сбор бытовых отходов у нас неосуществим. А поэтому невозможна и переработка бытовых отходов. Следует также отказаться от свалок и полигонов. Разлагающиеся на свалках отходы проникают в почву и заражают её и подпочвенные воды. Ядовитые испарения отравляют воздух, а попадающие в водоемы отходы губительным образом отравляют воду. Все это нарушает безопасность жизнедеятельности и негативно отражается на здоровье людей. *Остается одно – сжигание бытовых отходов.*

Следовательно, рециклинг в ЖКХ заключается в преобразовании твердых бытовых отходов в энергию (рис. 4)

Твердые бытовые отходы – с точки зрения возгорания или воспламенения - характеризуются самой разнообразной материальной субстанцией: от легкогорящих и до туговоспламе-

няющихся. Кроме того, при горении отходов выделяются ядовитые газы.

Сжигание твердых бытовых отходов должно осуществляться по специальной технологии. Такое сжигание должно производиться в виде замкнутого процесса без выбросов газообразных продуктов горения в атмосферу. Кроме того, горение как химическая реакция должно быть под давлением с высоким содержанием кислорода как окислителя и иметь высокую интенсивность кумулятивного характера.

Величина получаемого тепла  $Q$  определяется по формуле:

$$Q = m c (T_0 - T_1),$$

где  $m$  – масса сжигаемых твердых бытовых отходов, кг;

$c$  – удельная теплоемкость сжигаемых отходов, Дж/кг °С;

$T_0, T_1$  – соответственно начальная и конечная температура отходов, °С.

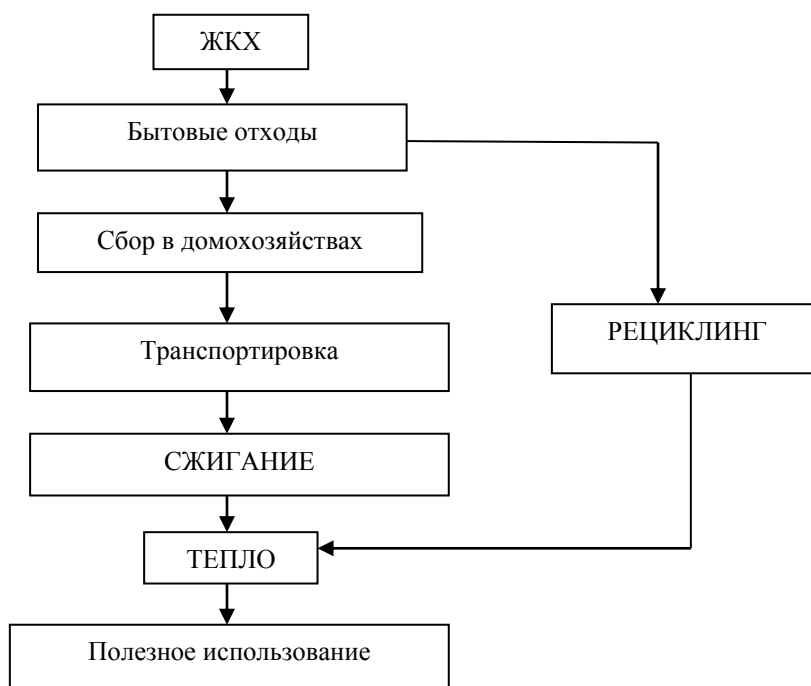


Рисунок 4 - Рециклинг в сфере ЖКХ

Для интенсивных технологических процессов горения должны быть установлены значения удельных теплотворных способностей (°С) отходов, а конечные температуры сжигания ( $T_1$ ) должны соответствовать максимально возможной аннигиляции (уничтожения) отходов как исходного горючего материала.

Мусоросжигание отходов ЖКХ должно рассматриваться как индустрия с сетью мусоросжигающих предприятий (заводов) с специаль-

ным технологическим оборудованием. Получаемое при этом тепло должно быть использовано наиболее полезным образом. Представляется целесообразным создавать при таких заводах промышленные теплицы для круглогодичного производства сельскохозяйственных культур.

В зависимости от величины тепловой энергии возможна выработка электроэнергии или использование тепла для обогрева помещений. В любом случае получение и использование

тепла является определяющим фактором рециклинга в сфере ЖКХ.

Важнейшей составляющей ЖКХ является теплоснабжение объектов недвижимости, в частности, жилых домов. Поэтому рациональное использование тепловой энергии для отопления также входит в рециклинг ЖКХ. Для данного направления рециклинга предусматриваются следующие мероприятия теплоресурсосбережения:

- внедрение энергосберегающей технологии отопления объектов недвижимости;
- применение коммунальных процессов с минимальным удельным расходом топлива и электроэнергии;
- замена устаревшего энергоемкого оборудования домохозяйств;
- проведение регулярного технического обслуживания и профилактики тепловых и электроэнергетических сетей;
- улучшение теплоизоляции тепловых сетей;
- использование отработанного и отводимого тепла.

Представленный перечень мероприятий является типовым, а поэтому возможны изменения и дополнения в зависимости от конкретных условий деятельности данного домохозяйства и состояния экономики в целом. Эффективный рециклинг в сфере ЖКХ возможен при полной и квалифицированной проработке основных видов обеспечения [ 2, с. 75], а именно:

- 1) научное: теоретические положения логистики ВМР как самостоятельного научного направления;
- 2) информационное: наличие информации об управляемой системе, т.е. о характере бытовых отходов, их свойствах, объемах, дислокации и т.п.;
- 3) техническое: наличие емкостей для сбора бытовых отходов, уборочной техники, транспортных средств, компьютерных технологий;
- 4) организационное: упорядочение в пространстве и во времени всех составляющих рециклинга бытовых отходов ЖКХ;

5) правовое: наличие законодательных актов, регулирующих процессы содержания и эксплуатации объектов и систем ЖКХ;

6) финансовое: наличие необходимых финансовых средств для осуществления процесса рециклинга в полном объеме в сфере ЖКХ;

7) трудовое (кадровое): наличие профессионального персонала необходимой квалификации, а также материальное и моральное стимулирование работников ЖКХ и жильцов домов.

Каждый вид обеспечения в зависимости от конкретных условий рециклинга как управляемого процесса и его цели имеет свое определенное содержание.

Составляющие политики рециклинга в сфере ЖКХ постоянно актуальны, при этом научно-технический прогресс должен охватывать и сферу ЖКХ, создавая условия для разработки и внедрения экологических и ресурсосберегающих инноваций с целью максимального расширения и углубления рециклинга.

### *Литература*

1. Корпоративная логистика / Под общ. и научн. ред. В.И. Сергеева. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 976 с.;
2. Плоткин Б.К., Гогин Д.Ю. Предпринимательский функционал логистики. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2014. – 325 с.;
3. Букринская Э.М. Региональная логистика. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2008. – 58 с.;
4. Букринская Э.М. Реверсивная логистика. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. – 79 с.;
5. Плоткин Б.К. Введение в коммерцию и коммерческую логистику. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 1996. – 171 с.

## РАЗВИТИЕ ИНСТИТУТА УПОЛНОМОЧЕННОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОПЕРАТОРА

А.Ю. Терешенкова<sup>1</sup>

*Северо-Западный институт управления – филиал РАНХиГС  
199178, Санкт-Петербург, В.О., Средний пр. В.О., д. 57/43*

В статье сравнивается содержание норм Таможенного кодекса Таможенного союза 2010г. и Таможенного кодекса Евразийского экономического союза (2018г.). Дается оценка изменений законодательства в части регулирования деятельности уполномоченного экономического оператора.

*Ключевые слова:* таможенный кодекс, Евразийский экономический союз, таможенное регулирование, декларирование товаров, уполномоченный экономический оператор.

### DEVELOPMENT OF THE INSTITUTE OF THE AUTHORIZED ECONOMIC OPERATOR

A.J. Tereshenkova

*North-West Institute of Management, branch of RANEP  
199178, St. Petersburg, V.O., Sredny Ave. V.O., 57/43*

The article compares the content of the norms of the Customs Code of the Customs Union in 2010, and the Customs Code of the Eurasian Economic Union (2018). The assessment of legislative changes in the regulation of the activities of the authorized economic operator is given.

*Keywords:* customs Code, Eurasian Economic Union, Customs Regulation, Declaring of goods, Authorized economic operator

Институт уполномоченного экономического оператора (УЭО) был введен в Таможенном кодексе Таможенного союза 2010 г. Отметим, что в российском законодательстве (не только в таможенном, но и в других отраслях законодательства) схожего правового до этого не существовало. По итогам семи лет функционирования Таможенного кодекса Таможенного союза (ТК ТС) можно утверждать, что статус УЭО востребован участниками внешнеторговой деятельности. В настоящее время в Реестр уполномоченных экономических операторов ФТС России включено 197 [3] юридических лиц, из них около 100 организаций осуществляют деятельность по производству товаров или экспортируют товары, к которым не применяются вывозные таможенные пошлины. Для сравнения приведем данные за 2015 г. по материалам Евразийской экономической комиссии – см. табл.1.

В соответствии со ст. 41 ТК ТС и ст. 86 Закона «О таможенном регулировании» лицо, имеющее статус УЭО, может применять специальные упрощения:

–временное хранение товаров на своих складах (код 117);

–выпуск товаров до подачи таможенной декларации (код 119);

–проведение отдельных таможенных операций, связанных с выпуском товаров, непосредственно на складах УЭО (код 109);

–ограничения на поведение плановых проверок при осуществлении таможенного контроля;

–освобождение от предоставления обеспечения уплаты таможенных платежей при транзите;

–применение единой декларации на товары, ввезенные/вывезенные за определенный период поставок;

–уплату таможенных платежей за определенный период поставок;

–выпуск до подачи таможенной декларации (код 119);

–предварительное декларирование (код 90).

Все, выше указанные специальные упрощения, предоставляемые УЭО, не применяются в отношении подакцизных товаров, подлежащих маркировке, перечень которых определяется законодательством государств - членов таможенного союза;

*Терешенкова Анна Юрьевна – кандидат экономических наук, руководитель проектов ЗАО «ЭксКонт», Северо-Западный институт управления РАНХиГС, e-mail: Atereshenkova@gmail.com*

Таблица 1 – Количество уполномоченных экономических операторов в разных странах мира, 2015 г.

| п/н | Страна               | Количество УЭО, в ед. |
|-----|----------------------|-----------------------|
| 1.  | Беларусь             | 337                   |
| 2.  | Казахстан            | 90                    |
| 3.  | Российская Федерация | 151                   |
| 4.  | Китай                | 3 000                 |
| 5.  | США                  | 10 854                |
| 6.  | Нидерланды           | 1 440                 |
| 7.  | Германия             | 5 614                 |
| 8.  | Канада               | 1 500                 |
| 9.  | Юная Корея           | 500                   |
| 10  | Япония               | 500                   |

Существующий институт уполномоченного экономического оператора, имеет ряд недостатков, не позволяющих компаниям полноценно использовать заложенные в законодательстве упрощения и возможности. В рамках подготовки проекта Таможенного кодекса Евразийского экономического союза (ТК ЕАЭС) была разработана отдельная глава 61 «Уполномоченный экономический оператор».

Таможенный кодекс ЕАЭС – кодифицированный нормативно-правовой акт, проект которого был одобрен главами правительств 12.08.2016 г., вступление в силу ТК ЕАЭС запланировано на 01.01.2018, как только страны – участницы выполнят все внутригосударственные процедуры и проинформируют Комиссию ЕЭК. Вступление в законную силу этого документа автоматически означает прекращение действия ТК ТС.

В структуре документа нового ТК ЕАЭС среди 9 разделов, деятельность УЭО отнесена к разделу VIII. В Приложениях 1-3 к Договору о ТК ЕАЭС, приведены списки международных договоров, прекращающих действие или утрачивающих силу в связи с вступлением в силу Договора о Таможенном кодексе Евразийского экономического союза.

В январе-феврале 2017 г. Евразийская экономическая комиссия (Комиссия ЕЭК) совместно с уполномоченными представителями государственных органов и бизнеса государств-членов Евразийского экономического союза (ЕАЭС) сформировала перечень решений Комиссии, которые должны вступить в силу одновременно с новым Таможенным кодексом ЕАЭС

(26 док-в)<sup>3</sup> и разработала проекты этих решений, которые размещаются для целей публичного обсуждения и проведения оценки регулирующего воздействия на Правовом портале Комиссии в разделе «Общественное обсуждение и Оценка регулирующего воздействия». Также Комиссией подготовлен перечень решений Комиссии, которые должны быть разработаны до конца 2017 г (17 шт., см. там же).

Действующие национальные нормы будут действовать в части не противоречащей ТК ЕАЭС, как это было при вступлении в силу ТК ТС в 2010 г. и было разъяснено в Письме ФТС<sup>4</sup>.

Среди новых документов, касающихся работы УЭО и вступающих в силу одновременно с ТК ЕАЭС выделим:

– Решение Коллегии ЕЭК № 128 от 26.09.2017 «О заявлении о включении в реестр уполномоченных экономических операторов»;

– Решение Коллегии ЕЭК № 129 от 26.09.2017 «О форме свидетельства о включении в реестр уполномоченных экономических операторов и порядке ее заполнения»;

– Решение Коллегии ЕЭК № 131 от 03.10.2017 «Об утверждении Требований к сооружениям, помещениям (частям помещений) и (или) открытым площадкам (частям открытых площадок), на территории которых будет осуществляться временное хранение товаров, завершение действия таможенной процедуры таможенного транзита и (или) проводиться таможенный контроль, к транспортным средствам и работникам юридического лица, претендующего на включение в реестр уполномоченных экономических операторов»;

– Решение Совета ЕЭК № 65 от 15.09.2017 «Об утверждении Порядка определения финансовой устойчивости юридического лица, претендующего на включение в реестр уполномоченных экономических операторов, и значений, характеризующих финансовую устойчивость и необходимых для включения в этот реестр».

– Проект Федерального закона «О таможенном регулировании в Российской Федера-

<sup>3</sup> Информация о Решениях Комиссии ЕЭК разработанных к моменту вступления в силу ТК ЕАЭС размещена на официальном сайте // Режим доступа: [http://www.eurasiancommission.org/ru/act/tam\\_sotr/dep\\_tamoj\\_zak/Pages/hot.aspx](http://www.eurasiancommission.org/ru/act/tam_sotr/dep_tamoj_zak/Pages/hot.aspx)

<sup>4</sup> Письмо ФТС РФ от 29.06.2010 г. N 01-11/31847 «О неприменении отдельных норм Таможенного кодекса Российской Федерации от 28 мая 2003 г. N 61-ФЗ»

ции" (находится на этапе «Оценка регулирующего воздействия», ноябрь 2017г.).

### **Основные изменения в регулировании работы уполномоченного экономического оператора**

В ТК ЕАЭС вводится Раздел VIII «Деятельность в сфере таможенного дела. Уполномоченный экономический оператор». Как и прежде - при включении юридического лица в реестр УЭО выдается Свидетельство о включении в реестр. Пункт 3 ст. 430 дополняет, что с даты вступления в силу свидетельства о включении в реестр УЭО, юридическое лицо относится к категории низкого уровня риска. Статьей 432 ТК ЕАЭС вводятся три типа Свидетельств о включении в реестр УЭО. Статус УЭО будет признаваться на всей территории ЕАЭС.

*Свидетельство первого типа* предоставляет УЭО право пользоваться специальными упрощениями, предусмотренными п. 2 ст. 437 ТК ЕАЭС:

1. первоочередной порядок совершения таможенных операций, связанных с прибытием, убытием, таможенным декларированием и выпуском товаров;
2. непредоставление обеспечения уплаты таможенных пошлин, налогов при помещении товаров под таможенные процедуры таможенного транзита, таможенного склада либо при дополнительной проверке;
3. выпуск товаров до подачи декларации на товары;
4. особенности таможенного контроля;
5. приоритетное участие в пилотных проектах и экспериментах.

Условия присвоения статуса УЭО, Свидетельства I типа:

1. Юридическое лицо участвует во внешне-торговой деятельности не менее 3 лет, в течение которых:

- было подано не менее 10 таможенных деклараций и (или) суммарная стоимость товаров составляет не менее 500 тысяч евро;
- для таможенного представителя и таможенного перевозчика: не менее 1000 таможенных деклараций и (или) суммарная стоимость товаров составляет не менее 500 тысяч евро;
- для владельцев СВХ и таможенных складов: суммарная стоимость товаров составляет не менее 500 000 евро.

2. Предоставлено обеспечение обязанностей УЭО.

3. Отсутствие задолженности по уплате таможенных платежей во всех государствах-членах ЕАЭС.

4. Отсутствие налоговой задолженности в государстве, где зарегистрировано юридическое лицо.

5. Отсутствие фактов привлечения юридического лица к административной ответственности (в соответствии со статьями, определяемыми ЕЭК), во всех государствах-членах ЕАЭС в течение 1 года до дня регистрации заявления.

6. Отсутствие фактов привлечения физических лиц государств-членов, имеющих 10 и более процентов акций юридического лица, к уголовной ответственности.

7. Наличие системы учета товаров, позволяющей сопоставлять сведения, представленные таможенным органам при совершении таможенных операций, со сведениями о проведении хозяйственных операций и обеспечивающей доступ (в том числе удаленный) таможенных органов к таким сведениям.

Свидетельство 1-го типа является наиболее простым, т.к не предполагает необходимости удовлетворения требованиям финансовой устойчивости, безопасности и надежности. Этот тип свидетельства может быть наиболее интересен лицам, не имеющим собственных площадей для хранения товаров, но заинтересованным в «непредоставлении» обеспечения уплаты таможенных платежей при помещении товаров под таможенные процедуры транзита, таможенного склада, в первоочередном порядке совершения таможенных операций, в выпуске товаров до подачи декларации на товары. Такими лицами могут быть таможенные представители, перевозчики, экспедиторы.

*Свидетельство второго типа* предоставляет право пользоваться специальными упрощениями п. 3 ст. 437:

1. удаленный выпуск товаров;
2. временное хранение товаров на складах УЭО;
3. совершение таможенных операций и проведение таможенного контроля на складах УЭО, включая завершение таможенной процедуры таможенного транзита и выпуск товаров;
4. признание в качестве средств идентификации для таможенных целей пломб, печатей или иных средств идентификации УЭО;
5. доставка товаров в зону таможенного контроля на склад УЭО;
6. особенности проведения таможенного контроля.

Условия присвоения статуса УЭО, Свидетельство II типа:

Выполнены условия для получения Свидетельства I типа (за исключением требований к обеспечению) и вводятся ряд дополнительных условий.

1. Значения показателей финансовой устойчивости соответствуют критериям, определенным ЕЭК. В случае несоответствия критериям финансовой устойчивости компания, осуществляющая деятельность только по производству товаров или экспортирующая товары, вправе внести обеспечение в размере 150 тысяч евро.

2. В собственности, хозяйственном ведении, оперативном управлении или аренде на срок не менее 1 года находятся сооружения, помещения (части помещения) и (или) открытые площадки (части открытых площадок), предназначенные для временного хранения товаров.

3. Соблюдены требования Комиссии к сооружениям, помещениям (частям помещения) и (или) открытым площадкам (частям открытых площадок), на территории которых будет осуществляться временное хранение товаров, будут совершаться таможенные операции и (или) проводиться таможенный контроль, а также транспортным средствам и работникам юридического лица (требования к работникам УЭО, обеспечивающим информационную безопасность), претендующего на включение в реестр УЭО.

Предполагается, что Свидетельство второго типа будет наиболее востребовано у лиц, осуществляющих производственную деятельность и, прежде всего, поставляющих товары на экспорт. Для таких лиц актуально снижение издержек, связанных с хранением товаров, поскольку все таможенные операции с товарами будут производиться на их собственных площадях.

*Свидетельство третьего типа* предоставляет право пользоваться специальными упрощениями п. 4 ст. 437 – совокупностью специальных упрощений предусмотренных для Свидетельств первого и второго типов.

Вводятся новые критерии для оценки возможности включения в реестр уполномоченных экономических операторов (ст. 433), в частности, введены требования по количеству деклараций в год и их суммарная стоимость, а также понятие финансовой устойчивости.

Условия присвоения статуса УЭО, Свидетельство III типа:

Выполнены условия получения свидетельства II типа и вводятся дополнительные условия.

Юридическое лицо присутствует в реестре УЭО с выдачей свидетельств I или II типов не менее 2 лет до дня обращения в таможенный орган за получением свидетельства III типа.

Евразийская экономическая комиссия может установить случаи и (или) категории товаров, когда отдельные специальные упрощения, предусмотренные для оператора, не применяются. Сейчас, перечень товаров, в отношении которых не могут применяться специальные упрощения определяется Решением КТС № 323 от 18.06.2010 г. «О перечне товаров, в отношении которых не могут применяться специальные упрощения, предоставляемые уполномоченному экономическому оператору». Решением также установлено, что специальные упрощения, не применяются:

- в отношении подакцизных товаров, подлежащих маркировке, перечень которых определяется законодательством государств – членов ЕАЭС (на территории РФ перечень подакцизных товаров установлен ст. 181 Налогового кодекса РФ);

- в отношении иных товаров в соответствии с законодательством государств – членов ЕАЭС (по законодательству РФ пока не установлено иных товаров).

В главе 61 ТК ЕАЭС «Уполномоченный экономический оператор», отсутствуют положения, препятствующие для включения в реестр уполномоченных экономических операторов перевозчиков, таможенных представителей, экспедиторов, владельцев складов временного хранения и таможенных складов.

В ТК ЕАЭС сохранился принцип резидентства – такое упрощение, как выпуск товаров до подачи таможенной декларации, можно будет применять только на территории того государства – члена ЕАЭС, в котором лицу присвоен статус уполномоченного экономического оператора.

При этом специальные упрощения в виде непредоставления обеспечения уплаты таможенных пошлин, налогов при помещении товаров под таможенную процедуру транзита и первоочередной порядок совершения таможенных операций будут доступны на всей территории ЕАЭС.

Введение трех типов свидетельств видится существенным шагом на пути к повышению доступности статуса уполномоченного экономи-



ческого оператора путем дифференциации требований и предоставляемых упрощений в зависимости от возможностей и потребностей соискателя статуса. Нельзя не отметить усиление роли критерия добросовестности в предоставлении статуса уполномоченного экономического оператора, выраженного в поэтапном снижении суммы обеспечения уплаты таможенных пошлин, налогов для законопослушных уполномоченных экономических операторов.

Также одним из требований для присвоения юридическому лицу статуса уполномоченного экономического оператора с выдачей свидетельства первого или третьего типа является соответствие лица значениям, характеризующим его финансовую устойчивость, т.е. показателям, отражающим состояние финансов, платежеспособность и финансовую безопасность. Таможенный кодекс ЕАЭС предусматривает необходимость определения критериев финансовой устойчивости Евразийской экономической комиссией и (или) законодательством государств – членов ЕАЭС, если это предусмотрено Евразийской экономической комиссией.

Особенности применения показателей финансовой устойчивости претендента на статус УЭО:

– Методика их расчета определяются ЕЭК и (или) законодательством государств-членов, если это предусмотрено ЕЭК;

– Показатели будут оцениваться по балльной шкале. Общая сумма баллов – 100, для получения статуса УЭО необходимо набрать 50 баллов.

– Незначительное отклонение одного из установленных критериев от контрольного значения не должно приводить к автоматическому выводу о несоблюдении условий финансовой устойчивости, если другие показатели соответствуют таким требованиям.

С 01.01.2018 г. вступит в силу Решение Совета ЕЭК № 65 от 15.09.2017 «Об утверждении Порядка определения финансовой устойчивости юридического лица, претендующего на включение в реестр уполномоченных экономических операторов, и значений, характеризующих финансовую устойчивость и необходимых для включения в этот реестр».

Таможенный кодекс ЕАЭС также предполагает, что отдельные специальные упрощения, предусмотренные ТК ЕАЭС, могут предоставляться на взаимной основе уполномоченным экономическим операторам государств, не являющихся членами ЕАЭС.

Полагается, что предлагаемые Таможенным кодексом ЕАЭС новеллы ощутимо повысят доступность статуса уполномоченного экономического оператора и создадут новые конкурентные преимущества для субъектов национального рынка государств — членов ЕАЭС.

Таможенный кодекс Таможенного союза вступил в силу с 1.07.2010 г., однако в России уполномоченные экономические операторы на практике начали работать лишь с 2012 г., когда были приняты все необходимые подзаконные акты, поскольку в пяти статьях ТК ТС, посвященных УЭО (ст. 38–41, 217), лишь перечисляются базовые упрощения и дополнительные преимущества, а также оговариваются условия предоставления этого статуса, все остальное передано на национальный уровень. В результате реальные условия работы уполномоченных экономических операторов во всех странах ТС оказались весьма различными. Так, в Беларуси таможенные органы имеют право выдавать УЭО пломбираторы или иные приспособления для наложения средств идентификации на товары и транспортные средства, используемые таможенными органами, в Казахстане к УЭО не применяются содержащиеся в профилях рисков меры по минимизации рисков (кроме метода случайного отбора), в каждом государстве ТС разные минимальные сроки осуществления внешнеторговой деятельности для получения статуса УЭО, разные требования к системе учета товаров и т. п.

Наиболее сложные условия для работы УЭО сложились в России (гл. 6 Федерального закона «О таможенном регулировании в Российской Федерации»). Больше всего бизнес возмущали необоснованные различия в объеме специальных упрощений для предприятий производственного и непромышленного типа (возможность таможенного оформления на своих площадках была предусмотрена только для УЭО, осуществляющих производственную деятельность) и ограничение возможности выпуска товара до подачи декларации размером обеспечения, предоставленного при включении в реестр. Отметим, что в 2014 году эти и некоторые другие недостатки были устранены в рамках реализации дорожной карты «Совершенствование таможенного администрирования» (Федеральный закон от 05.05.2014 № 115-ФЗ), в правовой базе остается еще достаточно пробелов, в связи с чем ряд компаний, включенных в реестр УЭО, на практике не пользуются преимуществами этого статуса. Приведем лишь один пример. В ТК ТС

есть прямая норма о том, что при таможенном транзите таможенные органы не требуют предоставления обеспечения уплаты таможенных платежей, если в качестве декларанта выступает уполномоченный экономический оператор (п. 2.1 ст. 217), поскольку он уже внес обеспечение при включении в реестр. Однако УЭО далеко не всегда могут воспользоваться этим упрощением, так как сами в качестве перевозчиков выступают крайне редко, как правило, это третье лицо (не имеющее статуса УЭО), и складывается ситуация, когда в отношении товаров, идущих в адрес УЭО, таможенные органы все равно требуют обеспечение, то есть законодательством упрощение формально предоставлено, но никто не подумал о том, что для его реализации необходимо предусмотреть для уполномоченного экономического оператора возможность выступать доверителем в отношении третьего лица. Среди дополнительных упрощений отметим возможность не предоставлять обеспечение уплаты таможенных платежей при помещении товаров под таможенную процедуру транзита на всей территории союза даже в условиях сохраняющегося принципа резидентства. С другой стороны, в числе условий присвоения статуса УЭО появится такой показатель, как финансовая устойчивость компании.

Впрочем, и в рамках союзного законодательства возможности данного статуса довольно ограничены: и территориально (только в том государстве ТС, где зарегистрирован УЭО), и по перечню лиц, которые вправе пользоваться специальными упрощениями (только декларант), и по перечню товаров, в отношении которых не могут использоваться специальные упрощения (подакцизные и иные товары, подлежащие маркировке). Первые два ограничения, планируется, будут сняты в Таможенном кодексе ЕАЭС (глава 60). Также предполагается расширение специ-

альных упрощений с 4 до 11, при этом их количество зависит от типа получаемого свидетельства.

Изменения, заложенные в ТК ЕАЭС, должны сделать институт уполномоченного экономического оператора более доступным и удобным для бизнеса всех стран Евразийского экономического союза.

### *Литература*

1. Реестр уполномоченных экономических операторов по состоянию на 01.07.2017г. // Официальный сайт ФТС России. Режим доступа: [http://ved.customs.ru/index.php?id=1690&Itemid=1971&option=com\\_content&view=article](http://ved.customs.ru/index.php?id=1690&Itemid=1971&option=com_content&view=article) Дата обращения: 01.11.2017.
2. Терешенкова А.Ю. Проект таможенного кодекса Евразийского экономического союза: основные изменения в сфере таможенного регулирования // Научные труды Северо-Западного института управления. - СПб.: Изд-во СЗИУ РАНХиГС. - 2017. Т. 8 № 3 (30). С. 41-50.
3. Д.В. Некрасов. Доклад Директора Департамента таможенного законодательства и правоприменительной практики Евразийской экономической комиссии Д.В. Некрасова «Перспективы развития института уполномоченного экономического оператора»./ Российская таможенная академия, г. Люберцы, 2013, 13 Ноября. Электронный ресурс: <http://www.customs-academy.net/?p=4427>
4. Донцова Г.Н. Изменения в регулировании деятельности Уполномоченного экономического оператора // Режим доступа: [https://www.alt.ru/expert\\_opinion/30391/](https://www.alt.ru/expert_opinion/30391/) Дата обращения: 09.06.2014 г.
5. Жуков Д. Уполномоченный экономический оператор. Теория и практика // Журнал «Ракурс», выпуск № 4. Режим доступа: [http://vch.ru/event/view.html?alias=upolnomochennyi\\_ekonomicheskii\\_operator.\\_teoriya\\_i\\_praktika](http://vch.ru/event/view.html?alias=upolnomochennyi_ekonomicheskii_operator._teoriya_i_praktika) Дата обращения: 11.11.2015 г.

## ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ: ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

В.В. Угольников<sup>1</sup>, А.А. Петров<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургская химико-фармацевтическая академия, 97376, Санкт-Петербург,  
ул. Профессора Попова, д. 14, лит. А;

<sup>2</sup>ООО «Холдинг «ЮНОНА», 620028, Свердловская обл. г. Екатеринбург, ул. ул. Кирова 28/1

В статье сформулированы проблемы импортозамещения высокотехнологичной продукции для сохранения и развития здоровья населения страны, что связано с таким аспектом обеспечения безопасного развития, как сохранение человеческого капитала. Описана модель конструкции, на основе которой может развиваться конкурентоспособное производство инновационной фармацевтической, медицинской продукции. На основе практического исследования дано заключение о возможных путях развития импортозамещения в указанных отраслях. Предложены подходы к развитию экспорта фармацевтической продукции и высокотехнологичного медицинского оборудования.

*Ключевые слова:* высокотехнологичное медицинское производство, фармацевтическая продукция, человеческий капитал, здоровье, импортозамещение.

## IMPORT REPLACEMENT OF PHARMACEUTICAL PRODUCTS: ECONOMIC ASPECTS

V.V. Ugolnikov, A.A. Petrov

St. Petersburg chemical and pharmaceutical academy,  
97376, St. Petersburg, Professor Popov St., 14, lit. A;

LLC YUNONA Holding, 620028, Sverdlovsk Region Yekaterinburg, st. of Kirov St. 28/1

The authors formulated the problems of import substitution of high-tech products. This approach serves to preserve and develop the health of the population of the country. It ensures the safe development of human capital. The authors described a model for the development of competitive pharmaceutical production. On the basis of practical research, an opinion is given on possible ways of development of import substitution in these industries. Approaches to export development of pharmaceutical products and high-tech medical equipment are suggested.

*Key words:* high - tech medical production, pharmaceutical products, human capital, health, import substitution.

Ресурсы здоровья населения России и стратегии их развития опираются на технологии здоровьесбережения. Снижение потерь здоровья, их минимизация связаны с модернизацией системы здравоохранения, повышения роли высоких технологий при оказании медицинской помощи, профилактических или реабилитационных мероприятий. Ресурсное обеспечение включает состояние зданий лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ), их благоустройство, нуждаемость в капитальном ремонте и реконструкции. Продолжается процесс реструктуризации, развиваются замещающие стационар формы медицинской помощи. Меняется кадровая и финансовая политика ЛПУ, с учетом выполнения норм конституционного законодательства по обеспечению права граждан на бесплатную медицинскую помощь и повышению показателей здоровья населения на макро (территориальный уровень), мезо (отраслевой уровень) и микроуровне (ЛПУ).

В настоящее время применяются критерии медицинской, социальной и ресурсной (экономической) эффективности медицинской помощи. В числе индикаторов медицинской эффективности находятся заболеваемость некоторыми социально значимыми болезнями, летальность и др. К индикаторам социальной эффективности отнесены ожидаемая продолжительность жизни, общая смертность, смертность в трудоспособном возрасте, инвалидизация и др. Экономическая эффективность, в первую очередь, строится по методу затрат.

Здоровье нации может рассматриваться с позиций институционального и статистического анализа. Путем нормативного прогноза было установлено, что для достижения контрольных цифр ожидаемой продолжительности жизни в 70 лет к 2015 году, за период 2007-2015 гг. было необходимо снизить смертность трудоспособного населения на 21,5%.

*Угольников Владимир Владимирович – кандидат экономических наук, доцент кафедры Экономика и управление СПбХФА, тел.: +7 (911) 793 01 96, e-mail: olga\_ugolnikova@mail.ru;*

Петров Александр Александрович – кандидат экономических наук, председатель Совета директоров холдинга «Юнона», тел: +7 (343) 376 14 64

Опубликованные официальные данные, фиксируют, что в 2016 году ожидаемая продолжительность жизни при рождении достигла в России 71,87 года [1]. К середине 2017 года она увеличилась до 72,5 года [2], что означает достижение нового исторического максимума для России.

Главные потери здоровья связаны с нарушениями, не приводящими к летальному исходу. Лечение их по уровню эффективности значительно уступает развитым европейским странам. Необходимо сокращать потери лет здоровой жизни населения Российской Федерации. К основным направлениям решения этой проблемы относится проведение научных и технологических исследований по развитию фармацевтических препаратов, медицинских технологий, служащих повышению качества и доступности услуг здравоохранения.

В условиях рыночной экономики эффективное функционирование связано с взаимодействием власти, бизнеса и общества. Государство отвечает за соблюдение национальных интересов, бизнес развивает общественные богатства, используя ресурсную базу, общество, участвуя в создании этих богатств, контролирует действия власти и бизнеса. Данная модель взаимоотношений общества, бизнеса и власти - государственно-частное партнерство, способствующее повышению конкурентоспособности территорий, формированию и развитию «очагов роста», «точек роста». Изложенный подход известен как кластерный и лежит в основе высокоэффективных комплексных образований. Именно продукция кластера характеризуется высокой добавленной стоимостью.

Кластерообразование в российских регионах получило широкое распространение. Создана целая сеть отечественных фармацевтических кластеров и кластеров медицинского оборудования. Отметим, что в ряде случаев кластер понимается как межотраслевая инновационная система. Разрабатываются методики кластерного зонирования отдельных регионов, выявляется экономическая сущность взаимодействия кластера и субъектов хозяйственной деятельности региона, устанавливаются эффекты формирования кластера на развитие региона.

Концепции кластера связаны с потребностями региона. Элементы моделей кластеров, функционирование которых направлено на решение вопросов безопасности и обеспечение здоровья населения, во многом схожи. Так, модель социально-критичного кластера лежит в основе фармацевтического кластера Свердлов-

ской области - Уральского биофармацевтического кластера [3]. Экономическая эффективность высокотехнологичной медицинской помощи реализуется в рамках комплексного многоядерного многовекторного кластера [4]. Сведения о кластерах можно найти в интернет-изданиях, по многочисленным интернет-ссылкам [5].

Опубликованные исследования по анализу медицинских кластеров содержат сведения о фармацевтических и биотехнологических кластерах США, Великобритании, Германии, Франции. Эти решения обладают важными и существенными экономическими преимуществами, включая синергетический эффект деятельности его участников. Так, доклинические исследования целесообразно вести в совместных центрах, лабораториях, например, создание прототипов лекарственных препаратов, штаммов. В кластере могут действовать многочисленные фирмы и организации. Например, немецкий кластер BioM [6] - диверсифицированный конгломерат по исследованиям, разработкам, производству фармацевтических субстанций и лекарственных препаратов, патентованию, трансферу технологий и продвижению лекарств.

Российскими эффективными фармацевтическими кластерами считаются Санкт-Петербургский, Калужский, Ярославский кластеры [7]. Санкт-Петербургский фармацевтический кластер расположен в особой экономической зоне, где действуют налоговые льготы и преференции: ставка страховых взносов 14% (34% в РФ), ставка налога на прибыль – 13,5% (20%), ставка НДС – 0% (18%), ставка налога на имущество – 0% (2,2%), налога на землю – 0% (1,5%). Обеспечена свободная таможенная зона, льготные арендные ставки и т.д., что сокращает издержки инвесторов на 30% [8]. В Уральском фармацевтическом кластере ведутся работы по синтезу инновационных фармацевтических субстанций, например, для производства отечественного инсулина, учитывая, что пока лишь 1,6% продукции производится в стране в целом на основе российских фармацевтических субстанций. Отечественные фармацевтические кластеры обеспечивают переход на международные стандарты GMP; производство инновационных лекарств, импортозамещение и создание инновационных технологий. Международный Медицинский Кластер представляет модель, в основе реализации которой Федеральный Закон «О международном медицинском кластере и внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» N160-ФЗ от 29.06.2015 [9].

Статистика развития фармацевтической индустрии по показателю импортозамещения жизненно важных лекарственных (ЖВЛ) препаратов за последние пять лет показывает, что российский фармацевтический рынок импортозависим. Условное соотношение отечественных и импортных лекарств на нем (рисунок 1) указывает на рост отечественных препаратов в натуральном выражении, а практически неизменный уровень в денежном рублевом эквиваленте связан с ростом курса доллара в период падения цен на нефть.

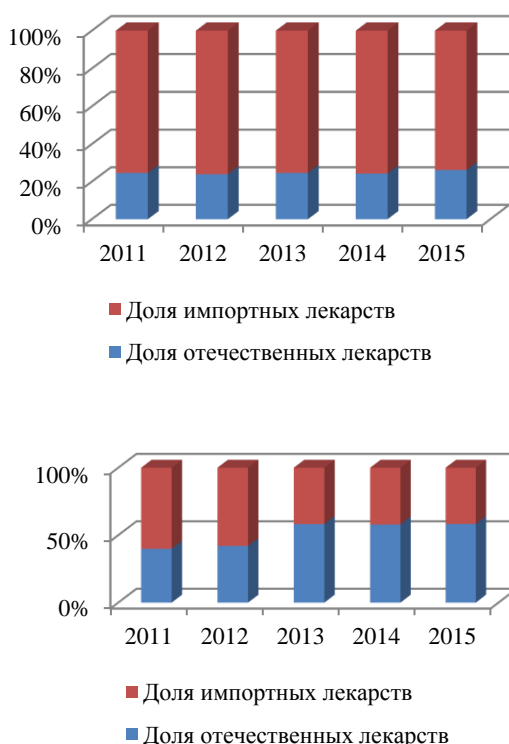


Рисунок 1 – Динамика отечественного рынка фармацевтической продукции [10]

Создание инновационной отечественной фармацевтической и медицинской промышленности является целью Государственной программы развития на период 2013–2020 гг. В Таблице 1 собраны показатели 2016 года.

Сравнивая данные Таблицы 1 с аналогичными показателями 2015 года, установили следующую динамику: объем частных инвестиций вырос на 20%, объем экспорта продукции российской медицинской промышленности (включая принадлежности) также увеличился на 4%, а объем импорта медицинских изделий снизился на 3,5%.

Из Таблицы 1 следует, что закупки (импорт) медицинских изделий сократился на 3,5%, что, однако, не свидетельствует о замещении этой доли отечественными товарами, хотя дефи-

цита данных изделий в ЛПУ, аптеках не фиксируется. В то же время на 4% увеличился объем экспорта продукции российской медицинской промышленности, что свидетельствует о конкурентоспособности этой продукции на внешних рынках.

Таблица 1 – Основные показатели развития отечественной фармацевтической и медицинской промышленности в 2016 году

| № п/п | Наименование показателя   | 2016 г. (млн. руб.)  |
|-------|---|----------------------|
| 1     | Частные инвестиции  | 30000                |
| 2     | Объем российской фармацевтической и медицинской промышленности                          | 18600                |
| 3     | Объем экспорта продукции российской медицинской промышленности (включая принадлежности) | 75,36 млн. долл. США |
| 4     | Объем импорта медицинских изделий   | 2870 млн. долл. США  |

Развитие фармацевтической отрасли и медицинской промышленности в соответствии с соответствующей Государственной программой на 2013–2020 годы проиллюстрировано Таблицей 2.

Программы импортозамещения в области фармацевтики и медицинского оборудования рассматриваются как обеспечение национальной безопасности. Конкретные направления определяют безопасность сферы, и импортозамещение в указанных областях обеспечивают развития здоровья нации и сохранение человеческого капитала. Импортозамещение следует рассматривать как производство высокотехнологичной продукции. Из Таблицы 2 ясно, что только в предшествующем 2016 г. разработано 44 новых лекарственных препаратов и 65 медицинских препаратов ранга импортозамещающей продукции; выведено на рынок 2 инновационных лекарственных средства и 10 медицинских изделий; введены в действие 16 производств новейших лекарственных средств и медицинских изделий. Размещение производств в регионах равномерно, что позволит удовлетворить спрос по всей территории страны.

Параллельно поддерживается экспорт отечественных лекарственных средства и медицинских изделий. Финансовая поддержка государства на развитие фармацевтической отрасли в 2016 году измеряется 8,06 млрд. руб. Рост составлял по 7 млрд. руб. ежегодно, а объем за 2011-2015 гг. – в 35 млрд. руб. Инвестиции за пять лет в фармацевтическую отрасль измеряются в 24 млрд. руб. в год при общем объеме в 120

млрд. руб. Рост объемов частных инвестиций иностранных и отечественных компаний составил 20%. С другой стороны, статистические данные 2016 года свидетельствуют, что категории высокотехнологичных товаров составляли 58,1% среди импортных товаров. При этом экспорт таких товаров составлял всего 13,1%. Представим динамику импорта и экспорта высокотехнологичной продукции в период 2013 – 2016 гг. (Рисунок 2).

Таблица 2 – Развитие фармацевтической и медицинской промышленности в 2016 г. по Госпрограмме «Развитие фармацевтической и медицинской промышленности на 2013–2020 гг.»

| № п/п | Показатель   | Ед./млрд. руб. |
|-------|--|----------------|
| 1     | Разработано и выведено на рынок импортозамещающих лекарственных препаратов   | 44             |
| 2     | Разработано и выведено на рынок инновационных лекарственных препаратов (нарлапревир и сатерекс).   | 2              |
| 3     | Зарегистрировано лекарственных импортозамещающих лекарственных препаратов  | 14             |
| 4     | Открыто фармацевтических заводов   | 16             |
| 5     | Разработано и выведено на рынок импортозамещающих медицинских изделий и  | 65             |
| 6     | Разработано и выведено на рынок инновационных медицинских изделий  | 10.            |
| 7     | Открыто производств медицинской промышленности в ряде областей производства  | 4              |
| 8     | Зарегистрировано импортозамещающих медицинских изделий.  | 36             |
| 9     | осуществлено проверок фармацевтических предприятий   | 160            |
| 10    | Деятельность в рамках лицензионного контроля:  |                |
|       | выданы лицензии новым производителям лекарственных средств   | 16             |
|       | отказано в переоформлении/предоставлении лицензии предприятиям   | 11             |
|       | Выдано заключений о соответствии лицензиатов (российские производители) требованиям надлежащей производственной практики                                 | 45             |
|       | поступило заявлений от иностранных производителей лекарственных средств о подтверждении их производства требованиям надлежащей производственной практики | 590            |
|       | Проведено проверок иностранных производителей, по выдаче заключений о соответствии их производства требованиям надлежащей производственной практики      | 183            |

|    |   |      |
|----|---|------|
|    | отказано иностранным производителям в выдаче заключений о соответствии их производства требованиям надлежащей производственной практики | 38   |
|    | выдано заключений иностранным производителям о соответствии их производства требованиям надлежащей производственной практики            | 78   |
| 11 | Поддержки экспорта российских лекарственных средств (выдано паспортов лекарственных препаратов (СРР)*)                                  | 463  |
| 12 | Меры государственной поддержки  |      |
|    | общий бюджет на поддержку фармацевтической отрасли (млрд. руб.)   | 8,06 |
|    | перераспределено для обеспечения финансирования инвестиционных проектов фармацевтической и медицинской промышленности (млрд. руб.)      | 3,5  |
|    | одобрено для финансирования (проектов)  | 7    |
|    | общий размер займов одобрен в размере (млрд. руб.)  | 1,9  |

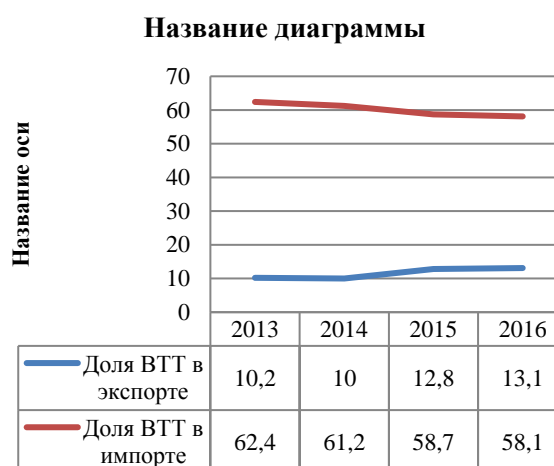


Рисунок 2 – Изменение доли высокотехнологичных товаров в общей структуре экспорта и импорта Российской Федерации за 2013 – 2016 гг. [11]

Из Рисунка 2 следует, что программы импортозамещения не снижают в необходимой мере доли импорта высокотехнологичных товаров в общей структуре импорта РФ. Но динамика снижения импорта высокотехнологичных товаров с 62,4% (в 2013 году) до 58,1% (в 2016 году) подтверждена нисходящим поведением соответствующей линии графика. Доля высокотехнологичных товаров в общей структуре экспорта напротив увеличивается: с 10,2% (в 2013 году) до 13,1% (в 2016 году).

Укажем, какие пути решения выявленных проблем на пути решения задачи импортозаме-

щения в фармацевтической сфере и производстве высокотехнологичного медицинского оборудования предложены в современных программах развития территорий. С этой целью проанализируем применение стандартов ОЭСР для привлечения иностранных ученых, специалистов на моделях Международного медицинского кластера.

Условия ведения успешного бизнеса в сфере инновационной медицины и здравоохранения создает Международный медицинский кластер. ММК устанавливает для участников особое положение, предусматривают всестороннюю поддержку государственных органов, позволяет внедрить лучшие международные практики и развить уникальные российские достижения в этой сфере. Ключевые составляющие кластера – медицинские услуги, медицинское образование и научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы для нужд здравоохранения. К приоритетным, ключевым компонентам кластера относятся медицинские и образовательные учреждения. Второй уровень приоритета – НИОКР (ключевая компонента). Третий уровень приоритета включает ряд организаций. К низкой степени целевого развития отнесен такой элемент в структуре кластера как производство. Число объектов ММК выросло, сферы медицинской помощи и исследований ММК расширено. Данная положительная динамика планируется на период 2016-2024 гг. (6 объектов ММК) и на период 2025-2035 гг. (14 объектов ММК).

Стратегия деятельности ММК состоит в связи профилактики и лечения с прогнозом болезни пациента при использовании новейших технологий и мультидисциплинарным подходом; применением поведенческой терапии. Предусмотрена персонализированная медицина; длительное наблюдение за лечением и адаптацией больного; трансляционные исследования.

В заключение отметим потенциал Российской Федерации для становления ее в качестве высокотехнологичной страны. Например, 30% высокотехнологичных товаров российской промышленности, включая лекарственные средства, медицинское оборудование, экспортируется в страны СНГ. Экспорт товаров данного типа свидетельствует о насыщении внутреннего рынка, перспективах, а рост экспорта – о конкурентоспособности продукции данного сектора отечественной экономики.

Стратегия инновационного развития экономики предполагает инновационную перестройку предприятий, создание новых цепочек высокой добавленной стоимости для конкурентоспособной фармацевтической продукции и вы-

сокотехнологичного медицинского оборудования, востребованных в ЕАЭС, рынках третьих стран. Реализация стратегии связана, в том числе, с созданием Евразийской сети трансфера технологий, технологических платформ, кластеров, переходом к цифровой экономике.

### Литература

1. Ожидаемая продолжительность жизни при рождении - [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/#](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/#) (дата обращения: 28 сентября 2017).
2. Министр здравоохранения РФ Вероника Скворцова заявила об увеличении продолжительности жизни россиян (Материал опубликован 12 сентября 2017). - <https://www.rosminzdrav.ru/news/2017/09/12/6081-ministr-zdravooxraneniya-rf-veronika-skvortsova-zayavila-ob-uvlichenii-prodolzhitelnosti-zhizni-rossiyan>
3. Петров А.П. Теоретико-методологические основы формирования социально-ориентированного кластера в регионе. Автореферат на соиск. учен. степ. д-ра экон. наук, Екатеринбург, 2014, 38 с.
4. Угольников В.В. Организационно-экономический механизм развития высокотехнологичной медицинской помощи. Автореферат на соиск. учен. степ. канд. экон. наук, Санкт-Петербург, 2015, 16 с.
5. Калужский фармацевтический кластер. URL: <http://pharmclusterkaluga.ru>
6. BioM. URL: <http://www.bio-m.org>
7. Угольникова О.Д., А.П. Петров А.П., Угольников В.В. Государственно-частное партнерство как условие конкурентного развития экономики. – СПб. : Изд-во СПбГУСЭ, 2013. – 179 с.
8. Фармацевтический кластер и особая экономическая зона // URL: <http://www.Business Partner>
9. Федеральный закон от 21.11.2011 N 323-ФЗ (ред. от 03.04.2017) «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации». Эл. ресурс URL: [egalacts.ru/doc/FZ-ob-osnovah...zdorovja-grazhdan/](http://egalacts.ru/doc/FZ-ob-osnovah...zdorovja-grazhdan/)
10. Григорьева А.В. Развитие фармацевтических кластеров России и инструменты государственной поддержки отрасли // Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых, Владимир, Россия // Электронный ресурс URL: [scienceforum.ru](http://scienceforum.ru)-Список научных направлений – pdf/2642.pdf
11. Официальный сайт Государственного комитета статистики РФ. [Электронный ресурс]. URL – <http://www.gks.ru>

## МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ В КОММУНАЛЬНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ ГОРОДОВ РОССИИ

А.Г. Лепеш<sup>1</sup>, С.К. Лунева<sup>2</sup>, Т.В. Потемкина<sup>3</sup>

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21*

Рассмотрены основы реализации государственной политики Российской Федерации в области энергосбережения в жилищно-коммунальной сфере. Выделены и перечислены основные технологии, позволяющие существенно экономить энергетические ресурсы в жилищно-коммунальной сфере городского хозяйства. Приведены методики оценки эффективности энергосберегающих мероприятий различных сроков окупаемости.

*Ключевые слова:* энергоэффективность, наилучшие доступные технологии, коммунальная энергетика, экономия энергоресурсов, теплозащита, реновация фасадов.

## THE MECHANISM OF REALIZATION OF ENERGY SAVING ACTIONS IN MUNICIPAL POWER OF THE CITIES OF RUSSIA

Lepesh A.G., S.K. Luneva, T.V. Potemkina  
*St. Petersburg state economic university (SPbGEU),  
191023, St. Petersburg, Sadovaya St., 21*

Basics of realization of state policy of the Russian Federation in the field of energy saving in the housing-and-municipal sphere are covered. The main technologies allowing to save significantly energy resources in the housing-and-municipal sphere of municipal economy are allocated and listed. Techniques of assessment of efficiency of energy saving actions of various payback periods are given.

*Keywords:* energy efficiency, the best available technologies, municipal power, economy of energy resources, heat-shielding, renovation of facades.

Энергопотребление зданий и сооружений в значительной степени зависит от показателей, характеризующих микроклимат помещений и влияющих на здоровье, производительность труда и комфорт находящихся в них людей. Энергосберегающие мероприятия по отношению к ним – это мероприятия, обеспечивающие минимально возможное потребление топлива и других источников энергии в системе жизнеобеспечения зданий и сооружений [1]. Энергосберегающие технологии – составная и неотъемлемая часть ресурсосберегающих технологий, которые помимо энергии включают экономию, материалов, воздуха, воды и прочих ресурсов для целей жизнеобеспечения. В общем смысле, ресурсосберегающие технологии включают в себя также использование вторичных ресурсов, утилизацию отходов, замкнутую систему водоснабжения и др.. При этом энергосберегающие мероприятия не должны осу-

ществляться в ущерб комфорту и здоровью людей.

Эффектом от повсеместного применения энергосберегающих технологий должно быть сохранение и восстановление ресурсов, здоровья населения и окружающей природной среды, а также значительный экономический стимул, потому что в современных условиях функционирования жилищно-коммунальных комплексов большинства российских мегаполисов энергосбережение может значительно сократить платежи на коммунальные ресурсы [2].

Продуманная экономия и рациональное использование материальных ресурсов является одним из существующих факторов роста прибыльности предприятий, деятельность которых основывается на эксплуатации зданий и сооружений.

<sup>1</sup>Лепеш Алексей Григорьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры Безопасность населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, СПбГЭУ, тел.: +7 904 510 5271, e-mail: alepesh@yandex.ru;

<sup>2</sup>Лунева Светлана Курусовна – доцент кафедры Безопасность населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, СПбГЭУ, тел.: +7 911 915 1670, e-mail: isvetlana1508@mail.ru;

<sup>3</sup>Потемкина Татьяна Владимировна – старший преподаватель кафедры Безопасность населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, СПбГЭУ, тел.: +7 905 256 0474, e-mail: tatatav@bk.ru.



Действительными источниками экономии предприятий являются наилучшие доступные технологии (см. табл. 1) [3], использование которых позволяет уменьшить расходы таких дорогих материальных ресурсов, как тепло, вода и электроэнергия.

До того, как внедрять подобные системы, требуется просчитать затраты, которые вероятно может понести такое мероприятие в связи с этим и те плюсы, которые могут быть приобретены в перспективе.

Таблица 1 – Наилучшие доступные технологии<sup>5</sup>

| Определение          | Содержание   |
|----------------------|--|
| Наилучшие            | достигающие высокого уровня защиты ОС в целом наиболее эффективным способом  |
| Доступные:           | <ul style="list-style-type: none"> <li>разработанные и готовые к внедрению в соответствующей отрасли</li> <li>экономически эффективные, технически осуществимые</li> <li>применимые для конкретного предприятия</li> </ul>               |
| Технологии (методы): | <ul style="list-style-type: none"> <li>технологии</li> <li>технические решения (техника защиты ОС)</li> <li>способы проектирования и внедрения</li> <li>управление, обслуживание, эксплуатация</li> <li>вывод из эксплуатации</li> </ul> |

Почти во всех случаях использование НДТ (см. табл.2) и передовых ресурсосберегающих технологий окупается, то есть достигается максимальная экономия ресурсов, покрывающая расходы.

В Российской Федерации в рамках реализации Постановления Правительства от 20 сентября 2014 г. N 961 г. [4] при активном участии некоммерческого партнерства «ЖКХ Развитие» продолжается работа над созданием справочника о наиболее эффективных технологиях в сферах теплоснабжения, газоснабжения, электроснабжения, водоснабжения и водоотведения.

К подготовке справочника подключились крупнейшие отраслевые организации, осуществляющие деятельность в сферах теплоснабжения и водоснабжения и водоотведения.

<sup>5</sup> Директива IPPC 2010/75/ЕС

В соответствии с протоколом заседания рабочей группы по разработке открытого справочника наилучших доступных технологий от 01 октября № 299-ПРМ-АЧ 22 октября НП «ЖКХ Развитие» совместно с ГК «Электропроект» представит на согласование Минстрою России шаблон информационной системы для размещения в открытом доступе разработанных справочников НДТ.

Таблица 2 – Критерии определения наилучших доступных технологий

| № п/п | Определение  |
|-------|--|
| 1.    | Использование малоотходной технологии  |
| 2.    | Использование менее вредных веществ  |
| 3.    | Стимулирование регенерации и рециркуляции веществ, производимых и используемых при данном технологическом процессе, а также отходов, где это возможно            |
| 4.    | Наличие сравнимых технологических процессов, производственного оборудования или методов эксплуатации, которые были с успехом апробированы на промышленном уровне |
| 5.    | Технический прогресс и развитие научных знаний и концепций   |
| 6.    | Характер, воздействие и объем эмиссий  |
| 7.    | Дата ввода в эксплуатацию новых или существующих объектов  |
| 8.    | Период времени, необходимый для внедрения НДТ  |
| 9.    | Потребление и характер сырья (включая воду), используемого в технологическом процессе, и эффективность энергопотребления   |
| 10.   | Необходимость предотвращения или сведения к минимуму общего воздействия эмиссий на окружающую среду и опасностей, которым она подвергается                       |
| 11.   | Необходимость предотвращения аварий и сведения к минимуму их последствий для окружающей среды.   |

Минстрой России разрабатывает аналогичные справочники в сферах теплоснабжения, газоснабжения, электроснабжения, водоснабжения и водоотведения. Принятие данного документа в качестве нормативного позволит существенно сократить затраты при осуществлении модернизации объектов ЖКХ путем применения оптимальной технологии или оборудования при проведении модернизации объектов теплоснабжения, электроснабжения, водоснабжения и др. ремонтных работ в ЖКХ.

Поскольку само понятие НДТ относится не только и не столько к технологиям, применяемым в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений, а, прежде всего, к процессам основного производства, применение принципа

НДТ к объектам коммунального хозяйства предполагает немалую степень условности в определении понятия «основное производство» [5]. Для городской системы водоснабжения и водоотведения в качестве «основного производства» могут быть определены:

- потребление воды и сброс загрязняющих веществ абонентами;
- другие процессы, приводящие к поступлению сточных вод и загрязнений в систему канализации;

Для системы теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования могут быть определены:

- потребление тепла и теплозащита теплопроводов, также ограждающих конструкций зданий и сооружений (сбережение тепловой энергии);
- утилизация тепла вентилируемого воздуха и отходящих дымовых газов;
- генерация тепловой энергии в котельных, а также на когенерационных и иных установках.

Для системы электроснабжения:

- количество потребляемой электроэнергии, ее потери, связанные с КПД установок;
- трансформация энергии и ее качество;
- электроотопление и управление потреблением энергии;
- освещение и др.

В ходе реализации процессов в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений также происходит существенное воздействие на окружающую среду, по крайней мере, по следующим направлениям:

- размещение отходов от процесса очистки, прежде всего, осадков сточных вод;
- выделение загрязняющих веществ в атмосферный воздух, почву и воду;
- шумовое загрязнение;
- тепловое загрязнение водных объектов и воздушного бассейна и др.

Соответственно справочно-информационный материал по НДТ для коммунального хозяйства не должен сводиться к описанию собственно технологий, применяемых в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений. По мнению некоторых экспертов [6], в него должны войти: требования к мероприятиям по контролю за абонентами, к обеспечению рационального использования воды и энергетических ресурсов в населенном пункте в целом, по предотвращению потерь воды и энергоресурсов (включая исключение перетопов, излишнее потребление воды, засорение

ливневых стоков), по обеспечению экологической безопасности работы всего комплекса сооружений (включая предотвращение выбросов и сбросов, выливаний, аварийных ситуаций).

Также необходимо ограничивать вторичное воздействие на окружающую среду от собственно работы очистных сооружений и систем утилизации тепловых и др. энергоресурсов. В соответствующий блок справочника по НДТ должны войти вопросы подготовки осадков и других отходов к утилизации, использование твердых бытовых отходов для получения энергии, очистки газовых выбросов.

Очевидно, что чем выше потребление энергетических ресурсов, тем больше (хотя и непропорционально) негативное воздействие на окружающую среду. Поэтому без оптимизации процессов в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений нельзя говорить о полноценном внедрении НДТ в организациях их эксплуатирующих, т. е. о том, что они сделали "все, что технически и экономически должно быть в их силах, чтобы минимизировать воздействие на окружающую среду" [6].

Здесь очевидны два основных пути оптимизации потребления энергетических ресурсов – снижение потребления воды и энергии (тепловой и электрической). При этом уменьшение потребления воды для отопления и для хозяйственно-бытовых целей должно достигаться при сохранении комфортного их использования для потребителя. Способами достижения этой цели со стороны снабжающей организации должны являться проводимые ею технические мероприятия в системе централизованного отопления и водоснабжения, снижающие потери воды и тепловой энергии за счет их более эффективного использования у потребителя (погодное регулирование температуры и расхода теплоносителя, выравнивание стояков внутренней тепловой сети, регулирование давления в системе водоснабжения, контроль оснащенности счетчиками тепловой энергии, и расхода воды, и т. п.). То же относится и к экономии электроэнергии на освещение за счет управления освещением коммунальных помещений и придомовых территорий.

Также важным критерием реализации данной НДТ должно являться проведение снабжающими организациями комплекса мероприятий по информированию населения о современных энергосберегающих бытовых и коммунальных приборах и устройствах и си-

стемах жизнеобеспечения зданий и сооружений.

Со стороны потребителя, т.е. организации, обеспечивающей функционирование систем жизнеобеспечения зданий и сооружений, речь может идти лишь об энергосбережении и сбережении водопотребления. Тем не менее, по данным материалов [2] энергосбережение в области теплоснабжения, вентиляции и кондиционирования может сократить платежи на коммунальные ресурсы на 40% ÷ 60%. В системах отопления зданий бюджетной сферы технический потенциал энергосбережения составляет в среднем 49 % по отношению к показателям энергоэффективности самых энергоэкономичных бюджетных зданий, строящихся в России. В *системах освещения* бюджетной организации этот потенциал составляет приблизительно 48 % от уровня потребления электроэнергии. В *системах потребления газа* в сфере услуг составляет 22 % от уровня его потребления (основная часть природного газа в сфере услуг используется для целей децентрализованного отопления).

В настоящее время при отсутствии справочников НДТ в области жизнеобеспечения зданий и сооружений широко публикуются материалы по применению типовых энергосберегающих мероприятий. Так в 2010 г. утвержден перечень мероприятий для многоквартирных домов, направленных на повышение эффективности использования энергетических ресурсов [7]. Рекомендуются, следующие мероприятия:

1. Осуществление теплоизоляции стен (например, на основе технологии вентилируемых фасадов), перекрытий, дверей и др.
2. Установка эффективных водоразборных приборов
3. Установка эффективных окон
4. Установка теплоотражающих пленок на окнах
5. Осуществление теплоизоляции внутренних трубопроводов систем горячего водоснабжения
6. Осуществление теплоотражающих экранов за радиаторами
7. Установка регенеративных теплообменников в системах вентиляции
8. Установка тепловых насосов для утилизации тепла от бытовых стоков
9. Установка систем контроля протечек, регуляторов температуры отопительных приборов, сенсорных смесителей

10. Установка энергоэффективных осветительных приборов и соблюдение норм освещения

11. Комплексная автоматизация системы освещения и отопления по времени присутствия людей и другие возможности для энергосбережения.

Большой потенциал ресурсосбережения жилищно-коммунальной сферы РФ объясняется в основном высоким износом инженерных коммуникаций и оборудования, и как следствие, высоким уровнем потерь коммунальных ресурсов (тепловой энергии, электроэнергии и воды). В направлении ресурсосбережения в ЖКХ актуальны три вопроса:

1. Какие мероприятия и в какой последовательности необходимо выполнить в первую очередь?
2. В каких зданиях актуально проведение энергосберегающих мероприятий и по какому приоритету?
3. Где найти источники финансирования мероприятий?

Наиболее высокий потенциал в части экономии тепловой энергии, воды (горячей и холодной) имеют дома с высоким уровнем износа (в основном 5÷12 этажные панельные), а современные высокоэтажные дома имеют большой потенциал экономии электрической энергии. Таким образом, в каждом конкретном случае требуется оценка потенциала энергосбережения для каждого конкретного дома с учетом его конструктивных особенностей и особенностей климата в регионе.

В документе [7] мероприятия сгруппированы по видам внутридомовых инженерных систем и приоритетности выполнения (основные и дополнительные). Основными исполнителями мероприятий рекомендованы управляющие компании и энергосервисные организации, осуществляющие снабжение энергетическими ресурсами многоквартирных домов на основании публичных договоров. В качестве источников финансирования определяется в основном изымаемая у населения плата за содержание и ремонт жилого помещения.

В большинстве муниципальных образований платежи за содержание и ремонт жилого помещения компенсируют лишь минимум работ, направленных на содержание общего имущества. В основном размеры таких плат экономически не обоснованы. Поэтому, реализация заданных направлений в области энергосбережения за счет данных источников имеет очень низкие шансы.

В качестве иных источников финансирования теоретически могут быть:

- средства, выделяемые в рамках муниципальных и региональных программ (в сфере капитального ремонта, энергосбережения);
- заемные источники;
- средства энергосервисных компаний (ЭСКО), которым отводится приоритетная роль и предусматривается государственная финансовая поддержка [8].

Актуальность мероприятия – степень необходимости и срочности проведения энергосберегающих мероприятий определяется либо путем энергоаудита, либо в соответствии с уровнем потребления коммунальных ресурсов в доме по установленным нормативным значениям (приказом Министерства регионального развития РФ от 28.05.2010 г. № 262 [9]). Вышеотмеченным приказом такие значения установлены для различных категорий многоквартирных и жилых домов.

Очевидно, что при существующем состоянии жилищного фонда и отсутствия специальных источников финансирования возможно только постепенное решение вопросов повышения энергоэффективности, например, в рамках ремонта путем замены, или точнее модернизации элементов инженерной системы с применением современных технологий и материалов.

Стоимость энергосберегающего мероприятия может быть оценена двумя следующими способами:

- точно – расчетным методом с применением сметных норм и нормативов (самостоятельно или с привлечением подрядной организации);
- приближенно – методом аналогов – с использованием данных о стоимости аналогичных мероприятий по домам со сходными параметрами, информации производителей, информации о размещении заказов для государственных и муниципальных нужд.

От степени точности оценки стоимости реализации мероприятия зависит оценка окупаемости мероприятия и, следовательно, принятие решения о приоритетности его выполнения. Эффективность целесообразно оценивать через экономию ресурсов в натуральных и стоимостных показателях: в год и за определенный период нарастающим итогом (для оценки срока окупаемости).

При этом, размер эффекта в стоимостном выражении можно учитывать, как в сопоставимых условиях, так и с учетом инфляцион-

ных изменений (роста цен и тарифов на жилищно-коммунальные услуги) [2].

Важным является то, как производится данная оценка. Здесь возможно использовать:

- метод прямого счета – с использованием нормативно-технических документов, значений нормативных и фактических параметров и свойств элементов. Например, для определения экономии от сокращения потерь тепловой энергии при повышении сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций возможно использовать «СНИП 23-02-2003. Тепловая защита зданий;
- нормативный метод – оценка через относительные изменения потребления энергоресурсов. При использовании данного метода нужно учитывать, что достижение того или иного эффекта обусловлено определенными требованиями к способу выполнения работ, характеристиками применяемых материалов, базовыми значениями параметров.

Если энергосберегающие мероприятия проводятся в отношении жилого многоквартирного дома, то важно оценить доступность их реализации для проживающих граждан. Оценка может проводиться по следующим направлениям:

- изменение (рост или снижение) платежей за жилищно-коммунальные услуги до и после реализации тех или иных мероприятий в области энергосбережения;
- возможность привлечения заемных средств и др.

После определения стоимости работ все мероприятия разбивают на высокозатратные, характеризующиеся, как правило, большим сроком окупаемости, средезатратные и малозатратные или беззатратные, срок окупаемости которых не превышает пяти лет.

Как правило, малозатратные и среднезатратные мероприятия можно реализовать собственными силами (за счет платежей собственников и специально созданных фондов). Реализация более значимых мероприятий требует помощи со стороны (в том числе кредитный учреждений). Беззатратные – предполагают выполнение энергосервисной организацией за свой счет, с последующим извлечением прибыли или компенсацией затрат. Высокозатратные – требуют дополнительных инвестиций, осуществляемые, как правило, с привлечением заемных средств.

Основными критериями при выборе мероприятий для внедрения и определении очередности их внедрения являются следующие их

характеристики:

- величина затрат на реализацию мероприятия,
- финансовая и натуральная экономия, получаемая в результате реализации мероприятия,
- срок окупаемости.

Малозатратными энергосберегающими мероприятиями в жилых и общественных зданиях являются:

- утепление несветопрозрачных наружных ограждений до оптимального уровня;
- замена остекления на более энергоэффективное;
- утилизация теплоты вытяжного воздуха (наименее затратным является применение схемы с промежуточным теплоносителем);
- установка в системах горячего водоснабжения (ГВС) индивидуальных водосчетчиков, смесителей с левым расположением крана горячей воды и кранов с регулируемым напором, а также применение теплонасосных установок (ТНУ) для подогрева воды;
- установка автоматических терморегуляторов у отопительных приборов, дающая возможность учесть бытовые тепловыделения, а также теплопоступления от солнечной радиации через окна.

Эффективность инвестиционных проектов в области энергосбережения оценивается, прежде всего, по общим для всех инвестиционных проектов методикам. Основными критериями при выборе мероприятий по энергосбережению и определению очередности их внедрения в программах являются следующие характеристики:

1. Величина единовременных затрат на реализацию мероприятия и дальнейшие эксплуатационные затраты;
2. Экономия топливно-энергетических в натуральном и денежном выражении, получаемая в результате реализации мероприятия;
3. Срок окупаемости.

В общем случае срок окупаемости  $T_{\text{окп}}$  представляет собой период времени, в течение которого сумма чистой прибыли покрывает инвестиции. Определение срока окупаемости производится последовательным суммированием чистой прибыли по годам расчетного периода пока полученная сумма не сравняется с суммой капиталовложений. Критерием эффективности в данном случае является приемлемый срок окупаемости для инвестора.

Метод оценки эффективности энергосберегающих мероприятий без учета фактора времени предполагают использование упро-

щенной схемы расчета показателей эффективности. Показатели эффективности энергосберегающих мероприятий, полученные с использованием упрощенной схемы расчета, называют простыми.

Заключение об эффективности и целесообразности проведения энергосберегающих мероприятий можно сформировать на основании следующих простых показателей:

-  $T$  – бездисконтного срока окупаемости инвестиций в энергосберегающие мероприятия:

$$T = K / \Delta \dot{Э}, \quad (1)$$

где:  $\Delta \dot{Э}$  – ежегодный средний дополнительный доход за счет экономии энергоресурсов в течение всего срока эксплуатации энергосберегающих мероприятий (*руб./год*);  $K$  – инвестиции в энергосберегающие мероприятия (*руб.*);

- ЧДД – чистого дисконтированного дохода энергосберегающих мероприятий:

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T \frac{\Delta \dot{Э}}{(1+d)^t} - K, \quad (2)$$

где:  $d$  – процентная ставка (в долях единицы);  $t$  – период приведения (количество лет);

$T$  – срок эксплуатации энергосберегающих мероприятий;

- ИД – индекс доходности инвестиций в энергосберегающие мероприятия (отношение чистого дисконтированного дохода, получаемого от реализации мероприятий по энергосбережению за время реализации программы, к величине капиталовложений):

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{\Delta \dot{Э}}{(1+d)^t}}{K}. \quad (3)$$

Сравнивая расчетные значения с приемлемыми для инвесторов или нормативными значениями показателей, можно сделать выводы о включении энергосберегающих мероприятий в планируемый перечень или их доработке.

Если значение индекса доходности равно или меньше единицы, это означает, что проект нерентабелен. В этом случае они отвергаются, так как они не способны принести инвестору дополнительный доход. Реализуются обычно только те, индекс доходности которых больше единицы. Если индекс равен единице, то проект считается безубыточным.

Также при выборе энергосберегающих мероприятий необходимо учитывать их "сезонность" т.е. возможность реализации мероприятия в течение того или иного времени года, а также в течение отопительного периода.

Вместе с тем, помимо универсальных показателей эффективности инвестиционных проектов представляют интерес и другие критерии, наиболее полно учитывающие специфи-

ку предметной области, например, показатель, характеризующий цену сэкономленного объема энергии по отношению к инвестиционным и эксплуатационным затратам.

Методика расчёта эффективности мероприятия заключается в выполнении нескольких последовательных шагов:

Шаг 1. Расчетное определение затрат энергии за один год без внедрения энергоэффективных мероприятий:

$$W_1 = N \cdot P_1 \cdot \tau_1 \cdot z \cdot 10^{-3}, \quad (4)$$

где  $N$  – число потребляющих энергию источников;

$P_1$  – мощность источника,  $Вт$ ;

$\tau_1$  – время работы источника потребления энергии,  $час/сутки$ ;

$z$  – число рабочих дней в году,  $дней/год$ ;  $10^{-3}$  – переводной коэффициент,  $кВт/Вт$ ;

$$Q_1 = W_1 \cdot K, \quad (5)$$

где  $K$  – коэффициент перевода  $кВт \times час$  в  $Гкал$ , равный  $1,163 \cdot 10^{-3} Гкал / кВт$

Шаг 2. Расчетное определение затрат энергии за один год после внедрения энергоэффективных мероприятий:

$$W_2 = N \cdot P_2 \cdot \tau_2 \cdot z \cdot 10^{-3}, \quad (6)$$

$$Q_2 = W_2 \cdot K. \quad (7)$$

Шаг 3. Расчет экономии после внедрения мероприятий в натуральном выражении:

$$\Delta W = W_1 - W_2, \quad кВт \times час; \quad (8)$$

$$\Delta Q = Q_1 - Q_2, \quad Гкал. \quad (9)$$

Шаг 4. Расчет экономии после внедрения мероприятий в денежном выражении:

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta W \cdot T_{\text{ээ}}; \quad (10)$$

$$\Delta \mathcal{E} = \Delta Q \cdot T_{\text{тэ}}; \quad (11)$$

где  $T_{\text{ээ}}$  и  $T_{\text{тэ}}$  – действующие тарифы на электроэнергию  $руб/кВт \times час$  и тепловую энергию  $руб/Гкал$  соответственно.

Наиболее известными инвестиционными проектами по повышению энергоэффективности, реализуемыми в настоящее время России являются:

Проект 1 «Считай, экономь и плати»: массовая установка приборов учета и регулирования электропотребления, которые позволяют экономно расходовать энергию и платить меньше

Проект 2 «Новый свет»: замена ламп накаливания на более энергоэффективные световые устройства и развитие национального производства в этой сфере.

Проект 3. «Энергоэффективный квартал»: модернизация целых микрорайонов и небольших городов, тиражирование их опыта в последующем на всю территорию страны.

Проект 4 «Проект по созданию энергоэффективного социального сектора»: применение энергоэффективных технологий в госучреждениях, прежде всего в поликлиниках, школах и больницах.

Проект 5 «Малая комплексная энергетика»: производство и внедрение энергоэффективного оборудования для локальной энергетики (замена неэффективных старых технологий теплоснабжения на новые небольшие объекты, применяющие газовые турбины).

Проект 6 «Инновационная энергетика» реализация прорывных проектов, связанных со сверхпроводимостью и использованием биотоплива. Дополнительно стимулируются инновационные проекты, связанные с солнечной и водородной энергетикой.

Мероприятия по энергосбережению при содержании зданий и сооружений принято делить на две основных категории:

Организационно-экономические мероприятия, направленные, прежде всего, на:

- организацию учета и контроля энергетических ресурсов;
- привлечение инвестиций в сферу обслуживания зданий и сооружений;
- обучение обслуживающего персонала и распространение информации;
- формирование тарифов на основные энергоносители и др.

Технико-технологические мероприятия, актуальные в отношении муниципальных систем ресурсоснабжения, основные из которых следующие:

**-в системах теплоснабжения:**

1. Повышение эффективности использования и надежности тепловых сетей, снижение потерь тепловой энергии в сетях:

- восстановление тепловой изоляции сетей, а при невозможности – реконструкция.
- установка оборудования для учета ресурсов на объектах тепловой генерации.
- установка оборудования для учета потребляемых ресурсов (воды, электроэнергии, тепла), в т.ч.
- установка приборов учета потребления тепла на СН и хозяйственные нужды, ХПВ и ГВС.

2. Модернизация и обновление основных фондов и повышение эффективности использо-

вания теплофикационного оборудования ТЭЦ и котельных.

Прочие мероприятия по энергосбережению, в том числе:

- автоматизация котлов (водогрейных, паровых);
- модернизация вакуумных деаэраторов;
- модернизация теплообменного оборудования в системе горячего водоснабжения;
- замена изношенных тепловых сетей на новые, а также применение современных теплоизоляционных материалов.

3. Оптимизация топливного баланса муниципальных котельных (перевод котельных на местные виды топлива).

**- в системах электроснабжения:**

1. Снижение потребления электроэнергии на собственные нужды объектов электрогенерации (ТЭС)

2. Организация учета ресурсов на ТЭС.

Организация учета потребляемых ресурсов (воды, электроэнергии, тепла), в т.ч. установка приборов учета потребления тепла на СН и хозяйственные нужды, ХПВ и ГВС.

3. Модернизация и обновление основных фондов и повышение эффективности использования теплофикационного оборудования ТЭЦ.

4. Оптимизация работы энергетического оборудования на ТЭС, генерирующих электроэнергию:

- строительство независимых источников энергии, в т.ч. в качестве альтернативы вводу новых мощностей и сетевому строительству;

- использование технических средств управления электрическими и тепловыми нагрузками (режимами) потребителей для оптимизации загрузки энергетического оборудования, уменьшения потребности во вводе пиковых мощностей и покупке пиковой энергии с оптового рынка.

5. Повышение надежности системы электроснабжения и уровня энергосбережения в муниципальных электрических сетях МО.

6. Повышение эффективности использования осветительных приборов (ламп накаливания) в системах наружного освещения.

7. Замена однотарифных счетчиков на двухтарифные.

8. Ремонт и реконструкция воздушных линий наружного освещения.

9. Модернизация и замена электрического оборудования:

- установка автоматических регуляторов температуры на тепловых узлах;
- перекладка электрических сетей;

- выравнивание нагрузок фаз в электросетях;

- восстановление и ремонт распределительных систем отопления, стояков;

- замена масляных выключателей на вакуумные выключатели;

- прочие энергосберегающие мероприятия, выявленные при проведении энергетических обследований.

**- в системе водоснабжения и водоотведения:**

1. Повышение уровня энергоэффективности муниципальных водопроводных и канализационных систем путем:

- приобретения и установки высоковольтных устройств частотного регулирования;

- автоматизации диспетчеризации водопроводных станций II, III и IV подъемов.

2. Снижение потерь воды:

- установка регуляторов давления;

- оснащение расходомерами зон потребления воды;

- капитальный ремонт сетей водопровода.

3. Развитие сетей и сооружений канализации (строительство самотечного коллектора, локальных комплектно-блочных очистительных сооружений канализации, сбросного коллектора очищенных стоков от очистных сооружений канализации до береговой камеры расщепляющего выпуска).

4. Замена существующих изоляционных материалов водопроводных и канализационных сетей на современные.

5. Реконструкция водопроводных и канализационных сетей и насосных станций.

**- в эксплуатации жилищного фонда:**

1. Осуществление теплоизоляции стен (на основе технологии вентилируемых фасадов).

2. Установка эффективных водоразборных приборов.

3. Установка эффективных окон.

4. Установка теплоотражающих пленок на окнах.

5. Осуществление теплоизоляции дверных проемов.

6. Осуществление теплоизоляции внутренних трубопроводов систем горячего водоснабжения.

7. Осуществление теплоотражающих экранов за радиаторами.

другие возможности для энергосбережения.

В материалах [1] приводятся данные о техническом потенциале энергосбережения, который в бюджетных и коммерческих зданиях оценен в 21 млн т.у.т. Причем на бюджетную

сферу приходится 15,2 млн т.у.т., или 38 % от нынешнего уровня потребления. В том числе:

- в системах отопления зданий бюджетной сферы технический потенциал энергосбережения составляет в среднем 49 % по отношению к показателям энергоэффективности самых энергоэкономичных бюджетных зданий, строящихся в России;

- в системах освещения бюджетной сферы равен 4,6 млн т.у.т., или приблизительно 48 % от уровня потребления электроэнергии;

- в системах потребления газа в сфере услуг составляет 22 % от уровня его потребления (основная часть природного газа в сфере услуг используется для целей децентрализованного отопления);

ванного отопления);

- в системах горячего водоснабжения объектов бюджетной сферы составляет 0,14 млн т.у.т.;

- в системах приготовления пищи – 1,27 млн т.у.т.

На рис. 1 а). Приведено распределение технического потенциала энергосбережения в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений по отношению к отдельным видам потребляемых ресурсов. В таблице 1. Приведены ориентировочные величины экономии энергоносителей по отдельным техническим мероприятиям.

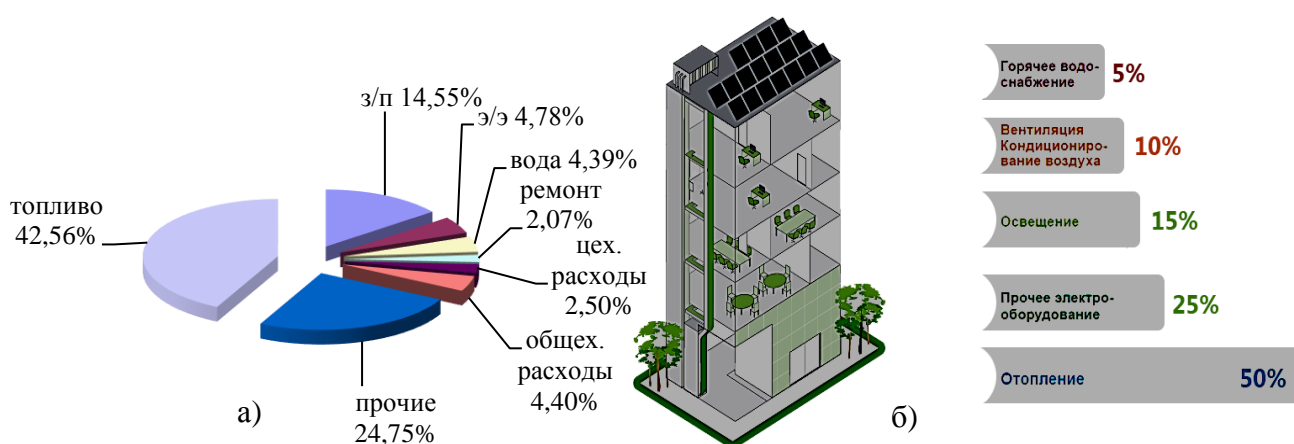


Рисунок 1 – Потенциал энергосбережения: а) – структура себестоимости тепловой энергии; б) – распределение технического потенциала

Перечисленные в табл.3 мероприятия имеют небольшие сроки окупаемости, а по затратам их можно отнести к малозатратным и среднзатратным, эффективность которых в каждом отдельном случае может быть определена по упрощенной методике (1 – 11). Однако самой большой эффективностью обладают высокзатратные мероприятия, срок окупаемости которых может составлять 5 – 10 лет. Выполнение таких мероприятий возможно лишь с привлечением заемных средств. При определении затрат на долгосрочные мероприятия необходимо учитывать возможность их частичной компенсации из средств, заложенных в реализацию государственных программ проведения капитальных ремонтов в существующих зданиях и программ энергосбережения. Однако основные средства могут быть получены из заемных средств и инвестиционных проектов. При оценке инвестиционной привлекательности таких мероприятий важное значение имеют ме-

тодики расчета окупаемости инвестиций в данные энергосберегающие мероприятия.

В работах [1, 10] приводится разработанная Горшковым А.С. методика оценки эффективности уровня теплозащиты наружных ограждающих конструкций, основанная на расчете чистого дисконтированного дохода, представленного в работе [11], полученного в результате внедрения заданного энергосберегающего мероприятия. Разработанный А.С. Горшковым подход основан на расчете сроков окупаемости инвестиций, направленных на дополнительное энергосберегающее мероприятие с использованием метода приведенных затрат. Для простой окупаемости инвестиций используется основное уравнение (1) определения бездисконтного срока окупаемости инвестиций в энергосберегающие мероприятия.



Таблица 3 – Ориентировочные величины экономии энергоносителей

| № п.п.                                      | Наименование мероприятия  | Пределы годовой экономии, %                   |
|---|---|---|
| <b>Системы освещения</b>                    |   |   |
| 1   | Замена ламп накаливания и на люминесцентные   | до 55÷70 % от потребляемой ими электроэнергии |
| 2   | Переход на другой тип источника света с более высокой светоотдачей  | до 8 % от потребляемой ими электроэнергии     |
| 3   | Замена люминесцентных ламп на лампы того же типоразмера меньшей мощности: 18 Вт вместо 20, 36 Вт вместо 40, 65 Вт вместо 80.                                    | до 5 % от потребляемой ими электроэнергии     |
| 4   | Применение энергоэффективной пускорегулирующей аппаратуры (ПРА) газоразрядных ламп  | 11 % от потребляемой ими электроэнергии       |
| 5   | Оптимизация системы освещения за счет установки нескольких выключателей и деления площади освещения на зоны   | 10÷15%  |
| <b>Системы отопления</b>                    |   |   |
| 1   | Установка прибора учета тепловой энергии  | До 30% от потребления тепловой энергии        |
| 2   | Составление руководств по эксплуатации, управлению и обслуживанию систем отопления и периодический контроль со стороны руководства учреждения за их выполнением | 5÷10 % от потребления тепловой энергии        |
| 3   | Гидравлическая наладка внутренней системы отопления   | До 15 %                                       |
| 4   | Автоматизация систем теплоснабжения зданий посредством установки индивидуальных тепловых пунктов (ИТП)  | 20÷30 % от потребления тепловой энергии       |
| 5   | Ежегодная химическая очистка внутренних поверхностей нагрева системы отопления и теплообменных аппаратов  | 10÷15%  |
| 6   | Снижение тепловых потерь через оконные проемы путем установки третьего стекла и утепление оконных рам   | 15÷30 %                                       |
| 7   | Улучшение тепловой изоляции стен, полов и чердаков  | 15÷25 %                                       |
| 8   | Снятие декоративных ограждений с радиаторов отопления и установка теплоотражателей за радиаторами   | до 15 %                                       |
| <b>Системы горячего водоснабжения (ГВС)</b> |   |   |
| 1   | Составление руководств по эксплуатации, управлению и обслуживанию систем ГВС и периодический контроль со стороны руководства учреждения за их выполнением       | 5÷10 % от потребления горячей воды            |
| 2   | Автоматизация регулирования системы ГВС   | 15÷30% от потребления тепловой энергии        |
| 3   | Оснащение систем ГВС счетчиками расхода горячей воды  | 15÷30 % от потребления горячей воды           |
| 4   | Снижение потребления за счет оптимизации расходов и регулирования температуры   | 10÷20 % от потребления горячей воды           |
| 5   | Применение экономичной водоразборной арматуры   | 15÷20 %                                       |
| <b>Системы водоснабжения</b>                |   |   |
| 1   | Сокращение расходов и потерь воды   | до 50 % от объема потребления воды            |
| 2   | Установка счетчиков расхода воды  | до 30 % от объема потребления воды            |
| 3   | Применение частотного регулирования насосов систем водоснабжения  | до 50 % потребляемой электроэнергии           |
| 4   | Применение экономичной водоразборной арматуры   | 30-35 %                                       |
| <b>Системы вентиляции</b>                   |   |   |
| 1   | Замена устаревших вентиляторов с низким КПД на современные с более высоким КПД  | 20÷30 % от потребления ими электроэнергии     |
| 2   | Отключение вентиляционных установок во время обеденных перерывов и в нерабочее время  | 10 ÷ 50 %                                     |
| 3   | Применение блокировки вентилятора воздушных завес с механизмами открывания дверей   | до 70% от потребляемой ими электроэнергии     |
| 4   | Применение устройств автоматического регулирования и управления вентиляционными установками в зависимости от температуры наружного воздуха                      | 10÷15 %                                       |
| <b>Системы кондиционирования</b>            |   |   |
| 1   | Включение кондиционера только тогда, когда это необходимо   | 20-60 % от потребляемой ими                   |

|                  |   |  |
|------------------|---|--|
|                  |   | электроэнергии                             |
| 2                | Исключение перегрева и переохлаждения воздуха в помещении   | до 5 %                                     |
| 3                | Поддержание в рабочем состоянии регуляторов, поверхностей теплообменников и оборудования  | 2÷5 %                                      |
| <b>Котельные</b> |   |  |
| 1                | Составление руководств и режимных карт эксплуатации, управления и обслуживания оборудования и периодический контроль со стороны руководства учреждения за их выполнением      | 5÷10 % от потребляемого топлива            |
| 2                | Поддержание оптимального коэффициента избытка воздуха и хорошего смешивания его с топливом  | 1÷3 %                                      |
| 3                | Установка водяного поверхностного экономайзера за котлом  | до 5÷6 %                                   |
| 4                | Применение за котлоагрегатами установок глубокой утилизации тепла, установок использования скрытой теплоты парообразования уходящих дымовых газов (контактный теплообменник)  | до 15 %                                    |
| 5                | Повышение температуры питательной воды на входе в барабан котла   | 2 % на каждые 10 °С                        |
| 6                | Подогрев питательной воды в водяном экономайзере  | 1% на 6 °С                                 |
| 7                | Содержание в чистоте наружных и внутренних поверхностей нагрева котла   | до 10 %                                    |
| 8                | Использование тепловыделений от котлов путем забора теплого воздуха из верхней зоны котельного зала и подачи его во всасывающую линию дутьевого вентилятора                   | 1÷2 %                                      |
| 9                | Теплоизоляция наружных и внутренних поверхностей котлов и теплопроводов, уплотнение клапанов и тракта котлов (температура на поверхности обмуровки не должна превышать 55 °С) | до 10 %                                    |
| 10               | Установка систем учета расходов топлива, электроэнергии, воды и отпуски тепла   | до 20 %                                    |
| 11               | Автоматизация управления работой котельной  | до 30 %                                    |
| 12               | Модернизация котлов типа ДКВР для работы в водогрейном режиме   | КПД увеличивается до 94%                   |
| 13               | Установка или модернизация системы водоподготовки   | до 3 % подпиточной воды                    |
| 14               | Применение частотного привода для регулирования скорости вращения насосов, вентиляторов и дымососов   | до 30 % от потребляемой ими электроэнергии |

В случае применения методики для оценки высокозатратного мероприятия по утеплению стен жилого или офисного здания с целью его экономной эксплуатации в течение отопительного периода

$$\Delta \mathcal{E} = (\mathcal{E}_1 - \mathcal{E}_2), \quad (12)$$

где  $\mathcal{E}_1$  – эксплуатационные затраты, учитывающие потери тепловой энергии через 1 м<sup>2</sup> наружной стены за один отопительный сезон до проведения утепления, руб/м<sup>2</sup>·год;

$\mathcal{E}_2$  – эксплуатационные затраты, учитывающие потери тепловой энергии через 1 м<sup>2</sup> наружной стены за один отопительный сезон после утепления стен, руб/м<sup>2</sup>·год;  $\Delta \mathcal{E}$  – разность потерь тепловой энергии через 1 м<sup>2</sup> наружной стены до проведения мероприятий по утеплению фасадов существующего здания ( $\mathcal{E}_1$ ) и после утепления ( $\mathcal{E}_2$ ).

Здесь годовая экономия денежных средств  $\Delta \mathcal{E}$ , руб/м<sup>2</sup>, достигаемая в результате проведения работ по реновации фасадов существующего здания и уменьшения тем самым трансмиссионных потерь тепловой энергии, определяется следующим:

$$\Delta \mathcal{E} = \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) 0,024 \cdot D / 1163 \cdot T_{\text{тс}}, \quad (13)$$

где:  $R_1$  – коэффициент термического сопротивления наружных стен существующего здания до проведения работ утеплению фасадов, м<sup>2</sup>·°С/Вт;

$R_2$  – коэффициент термического сопротивления наружных стен существующего здания после проведения работ по реновации, м<sup>2</sup>·°С/Вт;

$D$  – градусо-сутки отопительного периода, °С·сут;

0,024, 1163 – переводные коэффициенты;  $T_{\text{тс}}$  – стоимость тепловой энергии на отопление в данном населенном пункте, руб/Гкал.

Отметим, что срок окупаемости, рассчитанный по формуле (1), получен без учета:

- роста тарифов на тепловую энергию;
- процентов по кредиту (в случае использования заемных средств на проведение мероприятий по утеплению наружных стен здания);
- дисконтирования будущих денежных поступлений, достигнутых в результате реализации рассматриваемого энергосберегающего мероприятия и уменьшения потерь тепловой энергии на отопление.

По этой причине, рассчитанное по формуле (1) значение прогнозируемого срока оку-

паемости инвестиций можно рассматривать только как оценочное.

Если строительная компания или физическое лицо для выполнения работ по утеплению фасадов, использует собственные (не заемные) средства, то капитальные затраты  $\Delta K$  будут равны сметной стоимости работ. В случае, если для выполнения работ исполнителем используются заемные средства (предоставленный банком кредит), при аннуитетных ежемесячных платежах суммарные инвестиции в энергосбережение  $\Delta \bar{K}$  следует определять по формуле:

$$\Delta \bar{K} = m \cdot A \cdot \Delta K, \quad (13)$$

где:  $m$  – число периодов погашения кредита (например, если кредит взят на 1 год:  $m=12$ , если на 2 года:  $m=24$  и т.д.);  $A$  – коэффициент аннуитета;  $\Delta K$  – собственные средства исполнителя работ (инвестиции без учета платежей по кредиту).

Коэффициент аннуитета  $A$  рассчитывается по формуле:

$$A = p_{кр} \cdot (1 + p_{кр})^m / (1 + p_{кр})^m - 1, \quad (14)$$

где:  $p_{кр}$  – месячная процентная ставка банка по кредиту, выраженная в сотых долях в расчете на периодичность платежей (например, для случая 12 % годовых и ежемесячных платежах:  $p_{кр}=0,12/12=0,01$ );  $m$  – то же, что и в формуле (13).

Из формул (1) и (13), следует, что при заданном реализованном проекте утепления фасадов в заданном климатическом районе, скорость возврата вложенных средств зависит только от стоимости тепловой энергии на отопление  $T_{то}$  и динамики роста тарифов на тепловую энергию.

Поскольку тарифы на тепловую энергию ежегодно возрастают, то с каждым последующим отопительным периодом, годовая экономия денежных средств  $\Delta \mathcal{E}_i$  будет увеличиваться. Следует также учитывать, что сэкономленные в последующие годы денежные средства должны быть рассчитаны исходя из фактической стоимости денег через  $n$  лет, т.е. будущие денежные потоки должны быть дисконтированы.

С учетом выше обозначенных факторов, Горшковым А.С. получена формула расчета прогнозируемого срока окупаемости  $T_{ок}$  инвестиций в дополнительное утепление фасадов:

$$T_{ок} = \frac{\ln \left[ 1 + \Delta \bar{K} / \Delta \mathcal{E} \cdot (r - i) / (1 + i) \right]}{\ln \left[ 1 + r / (1 + i) \right]}, \quad (15)$$

где:  $r$  – средний ежегодный рост стоимости тарифов на тепловую энергию;  $i$  – процентная ставка.

Формула (15) представляет собой уравнение, которое позволяет вычислить период окупаемости  $T_{ок}$  любого долгосрочного энергосберегающего мероприятия с учетом суммарных капитальных затрат на его реализацию  $\Delta \bar{K}$ , платежей по кредиту  $p_{кр}$ , роста стоимости тарифов на тепловую энергию  $r$ , дисконтирования будущих денежных потоков  $i$ , достигаемых за счет экономии средств в результате его внедрения.

Мерой дисконтирования будущих денежных потоков рекомендовано [10] выбрать средний уровень инфляции за определенный промежуток времени (например, за 5 или 10 последних лет), ставку рефинансирования Центрального Банка, доходность альтернативных вложений (например, депозит), прочие факторы, влияющие на величину будущих денежных потоков.

Поскольку в уравнение (15) входит две переменных во времени: параметр  $r$ , учитывающий динамику роста тарифов на тепловую энергию и  $i$  – процентная ставка, по которой оценивается дисконтирование будущих денежных потоков, накапливаемых в результате внедрения заданного энергосберегающего мероприятия, то крайне важно (хотя в настоящее время невозможно) определенно знать, как эти переменные параметры будут меняться от времени в будущем. На практике для решения задачи оценки прогнозируемого срока окупаемости вложенных в энергосбережение инвестиций, можно лишь построить несколько возможных (вероятных) сценариев изменения переменных величин, входящих в уравнение (15), и выбрать из перечня полученных данных наиболее вероятный сценарий. Имеющиеся в работах (1, 10, 11) оценочные примеры расчета вариантов утепления наружных стен здания, построенного в Санкт-Петербурге до 2000 год, показывают, что сроки окупаемости могут составлять от 13 лет (без учета процентной ставки по кредиту) до 16 лет с ее учетом.

Следует отметить, что полученные расчеты и выводы справедливы при проведении работ по реновации (утеплению) фасадов и при одновременной установке АИТП (авторегулирования параметров теплоносителя) на вводе в

здание. В противном случае утепление фасадов может привести лишь к повышению температуры внутреннего воздуха в эксплуатируемых помещениях и не обеспечению заявленного энергосберегающего эффекта. Фактическое снижение эксплуатационных расходов ДЭ может оказаться меньше расчетных значений за счет увеличения теплового напора ( $t_b - t_{cp}$ ).

В соответствии с формулой (15) положительно влияющими на уменьшение срока окупаемости инвестиций в долгосрочные проекты факторами являются:

- опережение роста тарифов на сэкономленные ресурсы ( $r$ );
- уменьшение процентных ставок банка по кредиту  $p_{кр}$ ;
- снижение инфляции или рисков  $i$ ;
- увеличения параметра ДЭ, отражающего экономию ресурсов, т.е до проведения мероприятий по утеплению фасадов существующего здания и после утепления (увеличение ДЭ может быть достигнуто только за счет увеличения толщины слоя теплоизоляции, что автоматически приведет к увеличению капитальных затрат  $\Delta\bar{K}$  и неизвестно, какой из этих параметров будет увеличиваться быстрее);
- уменьшение стоимости капитальных затрат на утепление  $\Delta\bar{K}$  (что, впрочем, может привести к ухудшению качества строительно-монтажных работ).

Поэтому реальными объективными факторами, влияющим на сокращение прогнозируемого срока возврата инвестиций в отдельном регионе по формуле (15), являются разница ( $r - i$ ) между ежегодным относительным ростом тарифов и коэффициентом, отражающим дисконтирование будущих денежных потоков (инфляция, риски, альтернативные вложения и пр.), а также уменьшение процентных ставок банка по кредиту  $p_{кр}$  в случае использования компанией для реализации данного энергосберегающего мероприятия заемных средств. Именно по этой причине в ряде стран ЕС приняты субсидии, направленные на энергетическую реконструкцию зданий.

### Литература

1. Лепеш, Г.В. Энергосбережение в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений / Г.В. Лепеш. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2014. – 437 с.

2. Лепеш, Г.В. Техника и технология жизнеобеспечения зданий и сооружений / Г.В. Лепеш. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2014. – 330 с.

3. Справочный документ по наилучшим доступным технологиям обеспечения энергоэффективности. – 2009/ [Электронный ресурс]. [http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/60d/energo\\_1303.pdf](http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/60d/energo_1303.pdf) (дата обращения 05.09.16).

4. Постановление Правительства РФ от 20 сентября 2014 г. N 961 "Об организации работы по созданию общедоступного банка данных о наиболее эффективных технологиях, применяемых при модернизации (строительстве, создании) объектов коммунальной инфраструктуры" Система ГАРАНТ: URL:<http://base.garant.ru/70746076/#ixzz3REguxOyz> (дата обращения 10.01.2015).

5. Лепеш Г.В. Наилучшие доступные и типовые технологии в энергоэффективных системах жизнеобеспечения зданий и сооружений. / Технико-технологические проблемы сервиса. 2014. №4 (30). с. 3-7.

6. Данилович Д. А. Наилучшие доступные технологии для коммунального водоотведения ОАО «МосводоканалНИИпроект», 2011, 14 с.

7. Приказ Министерства регионального развития РФ от 2 сентября 2010 г. N 394 "Об утверждении Примерной формы перечня мероприятий для многоквартирного дома (группы многоквартирных домов) как в отношении общего имущества собственников помещений в многоквартирном доме, так и в отношении помещений в многоквартирном доме, проведение которых в большей степени способствует энергосбережению и повышению эффективности использования энергетических ресурсов" Система ГАРАНТ: URL:<http://base.garant.ru/12179594/#ixzz3RESb8ezx>. (дата обращения 10.01.2016).

8. Госпрограмма РФ «Энергоэффективность и развитие энергетики», (утв. распоряжением Правительства РФ от 3 апреля 2013 г. № 512-р).

9. Приказ Министерства регионального развития РФ от 28 мая 2010 г. № 262 "О требованиях энергетической эффективности зданий, строений, сооружений" Система ГАРАНТ: URL:<http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12076199/#ixzz3REZB3EDD> (дата обращения 10.01.2016).

10. Горшков А.С., Рымкевич П.П. Методика и пример расчета окупаемости инвестиций при реализации энергосберегающих мероприятий в строительстве // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2014. № 9 (188). С. 40-45.

11. Горшков А.С., Рымкевич П.П., Немова Д.В., Ватин Н.И. Экономическая эффективность инвестиций в энергосбережение // Инженерные системы. АВОК - Север-Запад. 2014. №3. С. 32-36.

# ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЕАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

О. Д. Угольникова<sup>1</sup>

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21*

В статье изложены вопросы инновационного развития территорий на основе расширения инфраструктуры генерации знаний. Отмечено, что стратегия социально-экономического развития России на современном этапе связана с расширением экономических секторов, рынка труда на основе инноваций, развития малого и среднего бизнеса, инновационного предпринимательства - инструмента диверсификации реального сектора экономики. Описана модель предпринимательской экосистемы, встроенной в образовательную систему. На основе исследования российского и международного опыта представлены выводы о возможных путях развития отечественного инновационного предпринимательства в секторе реальной экономики.

*Ключевые слова:* реальная экономика, инновационное предпринимательство, экосистема, стратегия, бизнес-инкубирование, технопарк.

## PROBLEMS OF DEVELOPMENT IN THE REAL ECONOMY AND SOLUTIONS IN MODERN CONDITIONS

O.D.Ugolnikova

*St. Petersburg state economic university (SPbGEU),  
191023, St. Petersburg, Sadovaya St., 21*

The innovative territorial development presented in this article. These include the expansion of the knowledge generation infrastructure. Noted that the strategy for socio-economic development of Russia, associated with the expansion of economic sectors, labour market through innovation, development of small and average business, innovative entrepreneurship as a tool for economic diversification. The model of innovative entrepreneurship ecosystem is embedded in the educational system. The author gave a description of this model. The author examined Russian and international experience in the implementation of the model. He provided insights on the ways domestic innovative entrepreneurship in the real sector of the economy.

*Key words:* the real economy, innovative entrepreneurship, ecosystem, strategy, business incubation, technology park.

Российская экономика почти три десятилетия развивается как рыночная. На современном этапе это развитие базируется на документах стратегического развития. Стратегии представляют нормативно-правовые документы, статус которых может быть определен как федеральные, региональные законы, документы стратегического планирования отраслевого и территориального характера. К документам стратегического планирования федерального уровня относится, например, стратегия научно-технологического развития Российской Федерации. На муниципальном уровне эти документы представляют стратегии социально-экономического развития муниципальных образований, их бюджетный прогноз на долгосрочный период и др.

Стратегии охватывают все направления экономической и социальной жизни, обеспечивают безопасное и конкурентоспособное социально-экономическое развитие страны. В 2016 году Распоряжением Правительства РФ №1083-р от 02.06.2016 была утверждена стратегия развития малого и среднего предпринимательства на период до 2030 г. и дорожная карта по ее реализации [1].

Кадровый ресурс предпринимательского сектора российской экономики не отвечает современным требованиям, не конкурирует с подготовленными для этой деятельности зарубежными специалистами. Малые и средние предприятия составляют основу экономики развитых стран, российские же предприятия этого вида не имеют ресурса квалифицированных кадров.

<sup>1</sup>Угольникова Ольга Дмитриевна – кандидат физико-математических наук, доцент, доцент кафедры Безопасность населения и территорий от чрезвычайных ситуаций СПбГЭУ тел.: 8-906-253-59-49 e-mail: olga\_ugolnikova@mail.ru

Реальная экономика диктует безотлагательное требование укрепления кадрового и предпринимательского потенциала. Данная проблема может быть решена в рамках реализации указанной выше стратегии через инструмент наставничества, вовлечение субъектов малого и среднего предпринимательства в программы подготовки и переподготовки профессиональных кадров, разработку современных образовательных профильных программ.

С учетом успешных практик, включая зарубежные, планируется создание специальной образовательной платформы. На базе единой методологии будет формироваться информация для потенциальных и действующих бизнесменов, предпринимателей, осуществляться предоставление образовательных услуг, в том числе через дистанционное обучение.

Предпринимаемые государством и бизнес-сообществом меры по формированию молодежной предпринимательской среды до настоящего времени не привели к желаемым результатам. Предпринимательство не стало профессиональным предпочтением молодежи, а образование в данной сфере до сих пор сводится к экономическим знаниям без формирования специальных, особых конкурентных компетенций предпринимательской деятельности. Тем не менее, меры по созданию инфраструктуры развития предпринимательства продолжают совершенствоваться. Это федеральные обучающие программы «Азбука предпринимателя» (создание бизнеса) и «Школа предпринимательства» (развитие бизнеса), присоединения к системе обучения субъектов РФ, образовательный портал для субъектов малого и среднего предпринимательства, система вовлечения молодежи в предпринимательскую деятельность, федеральный портал малого и среднего предпринимательства и другие [2].

Реальная экономика потребовала экстренных мер по развитию предпринимательских инициатив на более раннем этапе: финансово-экономический кризис 2008-2010 гг. получил продолжение вплоть до 2013 года и выразился в крайнем обострении социально-экономической ситуации в большом числе регионов, особенно монопродуктовых, составляющих особый экономический каркас страны. Задача диверсификации экономики городов данного вида вывела на передний край задачу поддержки и развития предпринимательства, и специальные программы господдержки через Комплексные инвестиционные планы (КИП) социально-экономического развития монопродуктовых регионов содержали обязательную графу - создание бизнес-инкубаторов. Инфра-

структурная поддержка предусматривала оптимальную организацию системы услуг для малого бизнеса. В качестве примера далее приведем инвестиционные проекты в сфере малого бизнеса в г. Сокол Вологодской области, экспертируемые в ГУ ВО «Бизнес-инкубатор г. Вологда» для получения грантов Департамента лесного комплекса области (Таблица 1).

Активное вовлечение малых предприятий в сферу реальной экономики предполагало синергетический эффект диверсификации экономики моногородов посредством развития сопутствующего обрабатывающего производства и кластеризации объединенных предприятий и учреждений через инновационность продукции, технологий, управления, цикличность и минимизацию затрат. Взаимодействие бизнеса и власти было направлено на рост инвестиционной привлекательности монопродуктовых территории. Еще одной формой развития инфраструктуры поддержки бизнеса и предпринимательства стали индустриальные парки и экономические кластеры. Было популярным явление «сшивания» нескольких кластеров, создаваемых на территориях данного типа.

КИПы модернизации были направлены на повышение уровня и качества жизни населения, планировалась «сборка» инфраструктур (инженерной, транспортной, информационной и другие инфраструктуры, включая социальные и административную). Инженерная инфраструктура предполагала модернизацию в связи с требованиями территориального развития и включала развитие коммунальных систем, энергосистемы, систем теплоснабжения, газоснабжения, водоснабжения и канализации, внедрение энергосберегающих технологий.

В это же время были предприняты шаги по созданию бюджетными научными и образовательными учреждениями предприятий для внедрения в производство результатов интеллектуальной деятельности. В 2009 году был принят Ф3 N217 от 02.08.2009 о малых инновационных предприятиях при вузах [4]. Он дал старт созданию бизнес-инкубаторов, как условий поддержки студенческой и преподавательской научной и предпринимательской инициативы. Пришло понимание, что главным фактором роста экономики являются инновации. Действительно, современная экономика не может конкурировать только через снижение цен и рост инвестиций. Актуальный инструмент конкуренции, повышения уровня и качества жизни заключается в поисках новых и наиболее эффективных способов использования всех видов ресурсов, включая природные, человеческие, финансовые, капитальные. для роста производительности труда.

Таблица 1 – Инвестиционные проекты в сфере малого бизнеса моногорода Сокол Вологодской области (2010 г.-2012 г.)

| Наименование инвестиционного проекта   | Создание новых рабочих мест     |
|--|---------------------------------|
| Организация работы пункта приема дикорастущих плодов и растений от населения   | 13                              |
| Организация работы прачечной, в том числе с обслуживанием малообеспеченных слоев населения   | 10                              |
| Строительство и организация работы туристического комплекса (гостевой дом, пешеходная тропа, рыболовный причал, реконструкция исторических объектов и др.) | 100                             |
| Изготовление сувенирной продукции из дерева  | 7                               |
| Проект по совершенствованию объектов теплоснабжения, коммунальной энергетики муниципального образования  | 8 предприятий, 140 рабочих мест |
| Проект по реформированию и модернизации водопроводно-канализационного хозяйства в муниципальном образовании  | 3 предприятия, 100 рабочих мест |
| Изготовление гипсовой плитки для облицовки стен. ИП Озеров Дмитрий Валерьевич  | 2                               |
| Организация производства жалюзи. ИП Стафеева Ольга Николаевна  | 2                               |
| Создание ателье по ремонту и пошиву одежды б Оказание услуг по монтажу, обслуживанию, ревизии и ремонту электрооборудования                                | 6                               |
| Предприятия придорожного сервиса (кемпинг для крупнотоннажной техники, бытовое обслуживание, ремонт, питание)  | 32                              |
| Предприятие по утилизации иловых остатков очистных сооружений  | 16                              |
| Предприятие по валке леса для крупных предприятий  | 14                              |
| Производственная линия распиловки древесины, оцилиндровки бревен, комплектация и сборка жилых малоэтажных, дачных домов, бань                              | 20                              |
| Создание спортклуба с тренажерным залом и отделом продажи спортивных товаров   | 13                              |
| Открытие центра детского творчества, предоставляющего услуги по развитию и совершенствованию талантов у детей  | 18                              |
| Производство мягкой мебели, ремонт, реставрация  | 5                               |
| Расчистка дорог внутри поселков и предоставление услуг населению (доставка дров, вспашка огородов, сбор урожая механизированным способом)                  | 6                               |

Источник [3]

Предпринимательская поддержка «предприятий с нуля» имеет долгую историю. Первые программы бизнес-инкубаторов начались в конце 1950-х годов в США. Концепция оказания помощи начинающим предприятиям путем предоставления офисных помещений и услуг позже распространилась в других странах. Американская ассоциация национальных бизнес-инкубаторов в 2012 году оценивала их число, как превышающее 7000 по всему миру [5]. За последние десятилетия наблюдался огромный рост числа бизнес-инкубаторов, а также компаний бизнес-инкубаторов. С точки зрения регионального развития, это позитивное развитие, поскольку большинство предпринимателей остаются в регионе, где основали бизнес. Тем не менее, число людей, фактически начинающих собственное дело, остается довольно небольшим. Даже в такой предпринимательской среде, которая создана в Нидерландах, менее 5% населения в возрасте 15-64 лет ведут бизнес хотя бы с одним сотрудником, а около 9% работает как собственник или фрилансер [6]. Для дальнейшего укрепления предпринимательства и продвижения различных форм высокотехнологичных и (или) инновационных предприятий были созданы многочисленные программы, выдвинуты инициативы, чтобы помочь учащимся технических университетов создать собственный бизнес.

Высшие учебные заведения экономически развитых стран постоянно ищут новые формы развития предпринимательства. Например, университет Twente и университет прикладных наук Saxion (Нидерланды) создали совместно с местными властями г. Энschede и правительством региона Twente специальный фонд «Kennispark», для формирования программ по развитию бизнеса в единой структуре - Кенниспарке.

Бесспорно, что в основе успешного бизнеса в условиях современной экономики лежат инновации. Инновации - это больше, чем идеи и изобретения. Согласно Дж. Понтину, инновация позволяет изобретению функционировать в деловой среде и может привести к целому ряду все возрастающих улучшений продукта и, главное, к прорывным достижениям. Питер Фердинанд Друкер утверждал, что инновация и предпринимательство взаимосвязаны. Предприниматели изобретают новое, а инновация является инструментом предпринимательства. Предприниматель всегда находится в поисках изменения для улучшения самого продукта, его качества, находит это изменение и использует его как возможность своего продвижения. Й. Шумпетер, как и Друкер, пред-

ставлял инновацию и предпринимательство как двигатели экономики. Кроме того, он рассматривал процесс «творческого разрушения», поскольку предпринимательство и инновация постепенно или сразу меняют менее конкурентную экономическую деятельность на более конкурентоспособную.

Новые технологии определяют и определяются взрывом инноваций. Однако инновации появляются в разные периоды: в группах или связках. Предприниматели с помощью кредитов вкладывают инвестиции в новые технологии. Если эти инвестиции приносят успех, экономика начинает процветать. Огромное количество товаров поступает на рынок, что ведет к снижению цен, росту затрат, снижению объемов прибыли и экономических контрактов: наступает спад. Спад - нормальный процесс приспособления к количеству инноваций в период процветания [7].

Инновация рассматривается как ключ к экономическому и социальному успеху. Территории, как и предприниматели, конкурируют на базе возрастающей производительности, а не просто стоимости. В то время как в регионах сложились различные отрасли промышленности, они конкурируют на их основе, и каждый регион и его отрасли должны стать инновационными, основанными на повышении производительности. Это касается и сельского хозяйства, и производства, и сферы услуг (туризма, здравоохранения, высоких технологий и биотехнологий). Для достижения экономического и общественного успеха, территории должны использовать инновации, определить инновационную стратегию развития, основанную на новых занятиях.

Различия в стратегиях регионального развития проявляются в том, что предприятия и предприниматели могут быть сгруппированы именно по географическому принципу. Это представляет организационный механизм передачи и приумножения знаний. Инновационная деятельность более успешна при личных контактах и в рамках команд. Наибольший прогресс достигается при личном взаимодействии, и в век интернет-коммуникаций оно реально даже в глобальном пространстве.

Как было сказано выше, Kennispark, как модель взаимодействия науки, бизнеса и государства, иллюстрирует возможности синергетического эффекта при успешном насыщении элементов конструкции и продвижении полученной интерпретации модели. Для сравнения Kennispark с лучшими отечественными технопарками, подчеркнем отличие: когда студенты или научные сотрудники (исследователи) при-

нимают решение о создании фирмы, они вправе обратиться за поддержкой в фонд Kennispark Twente. Фонд является совместной инициативой университета Twente, г. Энschede, региона Твенте, провинции Оверэйсел и университета прикладных наук Saxion. Kennispark Twente поставил цель создания 10 тыс. новых рабочих мест для региона Твенте. Поддержка стартапов - только один из трех главных направлений деятельности фонда. Два других: стимулирование промышленных инноваций; создание привлекательного делового климата через формирование и развитие научного парка. Достижение этих целей способствует созданию и развитию РИС (региональной инновационной системы, как аналог национальной инновационной системы – НИС - следующего уровня). Условно ее элементы можно классифицировать (объединить) в четыре базовые категории: «предпринимательство», «инновации», «направления поддержки», «виды и формы поддержки». Все элементы играют важную роль для достижения успеха РИС в целом. Стартапы могут выиграть не только от мер, предлагаемых институтами поддержки предпринимательства, но и от других мероприятий. В последние годы Kennispark уделяет большее внимание высокотехнологичным патентам и исследованиям, чем академическим стартапам. Структура РИС Kennispark Twente представлена на Рисунке 1.

|  |  |
|--|--|
| <p><b>ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСТВО</b></p> <p>Образование, обучение, коучинг, бизнес-развитие, финансирование, инкубирование</p>                                      | <p><b>ИННОВАЦИИ</b></p> <p>Исследовательские программы, центры совместного использования высоких технологий, доступ к знаниям ИТ (студенческий образовательный портал. Магазин знаний)</p> |
| <p><b>НАПРАВЛЕНИЯ ПОДДЕРЖКИ</b></p> <p>Создание компании, мастер-план, предоставление площади, стратегия долгосрочного развития, контакты и коммуникации</p> | <p><b>ВИДЫ ПОДДЕРЖКИ</b></p> <p>Юридическая и правовая поддержка, интеллектуальная и производственная поддержка</p>  |

Рисунок 1 – Элементы поддержки и развития инновационной системы. Источник: [8]



Из анализа, выполненного R. Коорман, следует, что поддержка инновационного предпринимательства - это основа системы, созданной в Kennispark Twente [9]. Важно, что часть студентов и исследователей университетов нарабатывает необходимые предпринимателю навыки в рамках образовательных программ. Этому предшествует процесс стимулирования учеников начальных и средних школ по приобретению и развитию этих навыков. Именно у учеников, прошедших школьное обучение по данным программам, наблюдается склонность и интерес к прохождению курсов по программам предпринимательства во время обучения на бакалавриате и в магистратуре. И университет Saxion, и университет Twente предлагают курсы и программы по предпринимательству и для школьников, и для бакалавров и магистров. Эти программы доступны для всех студентов без исключения. Однако студенты технических и фундаментальных специальностей не поощряются преподавателями к такому обучению. Поэтому в Kennispark организуются специальные семинары для студентов и аспирантов, которые хотели бы стать предпринимателями, строить инновационный бизнес на основе результатов собственных научных исследований в технических и фундаментальных областях знаний.

Если студенты активно участвуют в создании собственных компаний, то им предоставляются гибкие возможности: для обучения и консультаций, для получения кредитов, и для предоставления временного офиса. Коуч или бизнес-разработчик подпишут с ними соглашение о неразглашении (информации) как с начинающим предпринимателем с целью создания атмосферы доверия. Возможность получения поддержки зависит от типа запуска компании. Kennispark и университеты будут поддерживать стартап и предоставлять ему услуги или продукты только в случае инновационной идеи, реализуемой этим стартапом. Необходимо является условие использования знаний, полученных в университете. Высокий уровень поддержки и финансирования доступны для инновационных высокотехнологичных продуктов с потенциалом большой добавленной стоимости и выхода продукта на внешние рынки. Приведем ряд примеров программ финансовой поддержки, предлагаемых в Kennispark Twente.

Еще до начала основания Kennispark, в 2005 году, университет Twente с 1982 года предлагал индивидуальную программу для стартапов, именуемую TOP. Программа и теперь используется не только предпринимателями из университетов Twente и Saxion, она открыта для всех инновационных предпринимателей региона Твенте, сотрудничающих с

этим университетами. Как участники программы TOP, они получают доступ к различным формам поддержки, описанным выше. Kennispark ведет «сканирование» - мониторинг рынка - как теоретическое исследование для каждой TOP компании, предоставляет эксклюзивную информацию о рынке данного продукта. К другому виду поддержки относятся: беспроцентный кредит, коучинг, консультации по юридическим вопросам и PR, коммуникации, поддержка со стороны университета по получению специальных знаний или инновационной составляющей планирующегося к созданию и производству продукта, использование лабораторий, офисных помещений и доступ к соответствующим бизнес-сетям. С 1982 года более 400 стартапов получили TOP -кредит и TOP -средства.

Другие виды поддержки связаны с поисками венчурного капитала для инновационной компании. Masters of the Future - это сеть бизнес-ангелов в Твенте. Она специализируется на контактах бизнес-ангелов и предпринимателей, для получения последними финансирования. Во время встреч представители компании встречаются с людьми, которые могут и хотят инвестировать в инновационные компании. Важное условие для принятия решения сторонами переговоров - представление бизнес-кейса, соответствующего высоким стандартам. Еще одним видом поддержки является подтверждение фондом концепции проекта компании. Идея, принцип, технология, патент предоставляют возможность создания инновационного продукта и стартап-компании. Однако необходим его прототип для подтверждения, что концептуальная идея действительно работает. Как правило, это дорогостоящий процесс. Kennispark предоставляет подтверждение через возобновляемый фонд (всего 2 млн. евро) с максимальным кредитом на один продукт до 250 тыс. евро. Этот кредит может быть использован для разработки технического/технологического изобретения, для подтверждения концепции/создания прототипа. Помимо этих вариантов поддержки по финансированию, для высокотехнологичных компаний на коммерческой основе создано несколько фондов. Это Технологический фонд Twente (размер инвестиций 2 млн. евро) и Инновационный фонд Enschede. Как и в большинстве стран ЕС, нидерландским университетам разрешено участвовать в стартапе в обмен на интеллектуальную собственность.

В 2009 году университеты Saxion и Twente спроектировали и запустили Венчурную лабораторию Twente (VLT). Была использована 4S модель как основа гибкой и легко адаптируемой программы VLT. Венчурная ла-

боратория открыта для всех категорий участников, поскольку лишь 1% новых компаний приносят дополнительный доход. Она доступна и для компаний за пределами Нидерландов. Помимо создания и реализации программ обучения, VLT собирает все виды данных для проведения исследований.

К 2014 году насчитывалось более 200 участников программы VLT. Первым результатом исследования стали научные публикации 6 групп (108 участников), которые к тому времени уже вышли из программы. Все 18 участников первой группы внесли существенные изменения в свои первоначальные бизнес-модели уже после первого столкновения с проблемными ситуациями.

Существует большое разнообразие в предпринимательских фазах участников: от фазы фиксирования перспективы до фазы ее реализации. У большинства участников программы как минимум 3 сотрудника. У нескольких компаний число сотрудников доходит до 100 человек.

Участие в программах VLT способствовало росту рабочих мест через создание компаний участниками программ. Влияние фактора участия в VLT на рост числа рабочих мест не доказано, но практика свидетельствует о наличии такой связи. Есть компания, число рабочих мест в которой увеличилось в 2 раза в течение года участия в VLT, что последовало после 20 лет стабильной ее работы и сложившегося портфеля заказов. Для запуска иностранной компании необходимо заключение соглашения VLT о сотрудничестве с Агентством регионального развития. Более десятка иностранных компаний были поддержаны при создании филиалов в регионе Твенте.

Участники VLT отмечают, что лаборатория способствовала личному развитию и развитию их бизнеса за счет интенсивных тренировок, сетевого и проектного моделирования. Можно предположить, что программы обучения в предпринимательской экосистеме VLT являются существенным вкладом в развитие инновационного предпринимательства региона.

Заметим, что для описания предпринимательской системы используется термин «экосистема». Он описывает устойчивую естественную систему, зависящую от различных компонентов, способствующих саморазвитию системы. Так, фирма Buck Consultants опубликовала отчет о научных парках Нидерландов, который был заказом от Министрства экономики. Действительно, Кенниспарк рассматривается в том отчете как полная экосистема, одна из самых успешных не только в Нидерландах, но и в Европе. Потребовалось более 30 лет, чтобы достичь этого успеха. При этом, объединение

университета и международных компаний, региональных предприятий малого и среднего бизнеса с инновационной экосистемой признается сложной организационно-экономической проблемой.

Центр Saxion по изучению городов и окружающей среды в период окончания первого десятилетия текущего столетия сделал инвентаризацию всех стартапов, созданных студентами, выпускниками и научными сотрудниками университетов Saxion и Twente. Составленный список из 1400 стартапов двух университетов является неполным. Примерно половина из стартапов использовала поддержку Kennispark, университета Saxion или TOP-программы университета Twente. В 2015 году в этом списке было свыше 140 компаний, которые относились к высокотехнологичным, имели патенты на такую продукцию. Динамика роста данного типа университетского стартапа представлена на Рисунке 2. Рост спин-офф компаний также ускорился, и число высокотехнологичных спин-офф компаний сравнимо с показателями европейских университетов, лидеров по трансферам научных технологий, (например, с показателями Католического университета Левена в Бельгии).

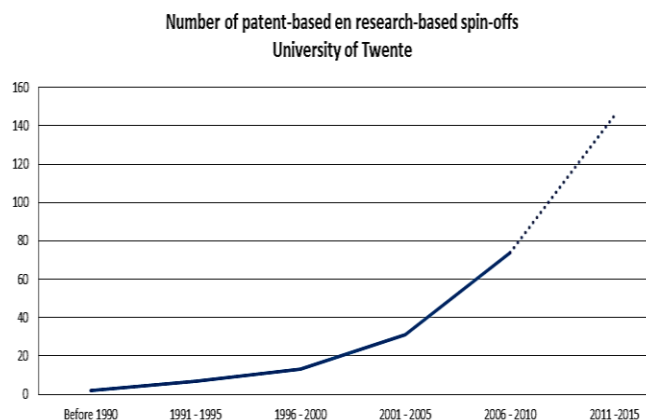


Рисунок 2 – Динамика роста спин-офф компаний университета Twente. Источник: [10]

В заключение укажем, что сложность и распределение инновационного процесса по глобальной сети актуализируют деятельность брокеров, обеспечивающих важные связи региона с разными секторами экономики в глобальном мире. Сетевые брокеры могут иметь формы отраслевой ассоциации, университетского инкубатора, агентства по развитию и т.д. Разработаны специализированные услуги, адаптированные к уникальным потребностям стартапов и индустрии регионов. Эти услуги включают юридические, дизайнерские, рекламные, консалтинговые, бухгалтерские, венчурные и др. услуги. Kennispark Twente - важнейшая

брокерская организация, ведущая переговоры от имени университетов Twente и Saxion, местных и региональных властей. В глобальной платформе экосистемы запускаются новые фирмы, расширяются виды и объемы профессиональных услуг для удовлетворения потребностей вновь создаваемых фирм. Региональные брокерские организации сотрудничают с глобальными аналогами для надлежащей поддержки будущих клиентов - инноваторов.

Автором статьи был разработан и реализован собственный проект университетского бизнес-инкубатора. Его основой служили: учебные команды при специализированных кафедрах (на первом этапе); учебные фирмы университетского бизнес-инкубатора под управлением специально подготовленных коучей через систему модернизационного коучинга (на втором этапе); компании, выходящие на рынок товаров и услуг при консультировании и поддержке коучей (на третьем этапе). Результатом являлась самостоятельная деятельность хозяйствующих субъектов, ранее - участников бизнес-инкубатора. Более подробное описание идеи, концепции, принципов, порядка управления и программы развития, истории и результатов внедрения этой модели университетского бизнес-инкубатора дано в [12]. Данный проект прошел апробацию в рамках одного из вузов Санкт-Петербурга, получил высокую оценку на Международных научных неделях университета Saxion и бизнес - конференциях Kennispark Twente. Его концепция была взята за основу при разработке проекта международного европейского университетского бизнес-инкубатора. В настоящее время продвижение этого проекта приостановлено в связи с действием ряда внешних негативных факторов.

В заключение сделаем следующие выводы. Выполненный обзор успешной зарубежной практики позволяет представить активно развивающуюся систему поддержки инновационного предпринимательства в реальной экономике. Сравнительный анализ реализации отечественной стратегии поддержки малого и среднего бизнеса и международного опыта выявляет проблемы и служит повышению эффективности субъектов российской экономики.

### Литература

1. Распоряжение Правительства РФ от 2 июня 2016 г. №1083-р «О Стратегии развития малого и среднего предпринимательства в РФ на период до 2030 г. и плане мероприятий по ее реализации». Электронный ресурс: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71318202/#ixzz53yze1nnD>
2. Федеральный портал малого и среднего предпринимательства. Электронный ресурс: <http://smb.gov.ru>
3. Моногород: управление развитием [Текст] / Т.В. Ускова, Л.Г. Иогман, С.Н. Ткачук, А.Н. Нестеров, Н.Ю. Литвинова; под ред. д.э.н. Т.В. Усковой. – Вологда: ИСЭРТ РАН, 2012. – 220 с.
4. Федеральный закон РФ от 2 августа 2009 г. N217-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности». Электронный ресурс: <http://www.nanonewsnet.ru/articles/2009/federalnyi-zakon-rossiiskoi-federatsii-ot-2-avgusta-2009-g-n-217-fz-o-malykh-innovatsii>
5. NBIA (2012), Factsheet on Business Incubation. Электронный ресурс: [http://www.nbia.org/resource\\_library/faq/#3](http://www.nbia.org/resource_library/faq/#3)
6. Central Bureau for Statistics, Toename ondernemerschap in Nederland. Электронный ресурс: <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/dossiers/ondernemingsklimaat/publicaties/artikelen/archief/2012/2012-ondernemerschap-zzp-art.htm>
7. Шумпетер Й.А. Теория экономического развития: анализ прибылей, капитала, процента и цикла деловой активности, 1934.
8. Bijleveld Paul, Bazen Jacques. Towards an integrative approach to support entrepreneurship - abstract // Сборник материалов Круглого стола с международным участием, 4 октября 2013 г. / Под редакцией д.э.н., проф. Г.Д. Дроздова, к.ф.-м.н., доц. О.Д. Угольниковой. – СПб.: Изд-во СПбГУЭСЭ, 2013. С. 30-39.
9. Угольникова О.Д. Социально-экономические проблемы моногородов. Монография. / О.Д. Угольникова, Ж. Базен, П. Бийлевельд, Р. Коупман, А.Д. Ризов, В.В. Угольников / редактор Янкевич К.А., д.э.н. – СПб.: Изд-во СПбГУЭСЭ, 2012. С. 140-142.
10. Foundation Business and Science park Twente, Factsheet about foundation Kennispark Twente. Электронный ресурс: <https://www.kennispark.nl>
11. Инновационное развитие старопромышленных моногородов: от идеи к реализации. Монография. / А.Д. Ризов, А.Л. Пастухов, В.В. Угольников, Д.В. Буряк, Е.А. Тимошенко, О.Д. Угольникова, / под ред. к.ф.-м.н., доц. О.Д. Угольниковой. – СПб. : Изд-во СПбГУЭУ, 2016. – 85 с.
12. Угольникова О.Д., Шарафутдинова Л.Р. Университетский бизнес-инкубатор: новые модели управления / Экономическая наука сегодня. Изд-во Белорусского национального технического университета, №2, 2014. С. 250-255.

### ИНЖЕНЕРНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Г.В. Лепеш

*Санкт-Петербургский государственный экономический университет (СПбГЭУ),  
191023, Санкт-Петербург, ул. Садовая, 21*

В статье рассматриваются аспекты становления и развития отечественного образования в годы советской власти. Обосновывается необходимость усиления инженерной подготовки в экономических вузах и последовательный переход к инженерно-экономическому образованию на новом информационном уровне освоения инженерных и экономических знаний. Приводятся примеры введения комплекса физико-математических и технических дисциплин на примере конкретного вуза.

*Ключевые слова:* инженерная экономика, системы программирования, CAD/CAE-технологии, центры компетенций, кафедры.

### ENGINEERING COMPONENT OF ECONOMIC EDUCATION

G.V. Lepesh

*St. Petersburg state economic university (СПбГЭУ),  
191023, St. Petersburg, Sadovaya St., 21*

In article aspects of formation and development of domestic education in days of the Soviet power are considered. Need of strengthening of engineering training for economic higher education institutions and consecutive transition to engineering economic education at the new information level of development of engineering and economic knowledge is proved. Examples of introduction of a complex of physical and mathematical and technical disciplines on the example of concrete higher education institution are given.

*Keywords:* engineering economy, programming systems, CAD/CAE technology, centers of competences, departments.

#### References

1. Kochetov V. V., Kolobov A. A., Omelchenko I. N. Engineering economy. – M.: MSTU him Bauman, 2005. – 667 pages.
2. Kleyner G. The enterprise – the missed link in a chain of institutional transformations in Russia//Problems of the theory and practice of management. - 2002. - No. 2. – Page 22-26.
3. Kolbachev E. B Development of the Russian engineering economy and production management: Role of the higher education//YuRGU (NPI) Bulletin. 2010. No. 2. – With 15 – 24.
4. Lepesh G. V. Use of information technologies by preparation of engineering shots. //Technical and technological problems of service. – 2016. No. 3(37), Page 14 – 23.
5. Computer engineering: studies. grant / A.I. Borovkov [etc.]. – SPb.: Politekhn publishing house. un-that, 2012. – 93 pages.
6. Lepesh G. V. Innovative way of development of high school laboratory base. //Technical and technological problems of service. No. 4(38), 2016 of of Page 39 – 43.
7. Lepesh G. V. Formation of scientific and pedagogical school as factor of structural improvement of higher education institution. //Technical and technological problems of service. –2017, No. 1(39). Page 14 – 17.
8. Lepesh G. V. Increase in a role of the innovative technological centers in modern conditions of realization of problem-oriented training. //Technical and technological problems of service. –2016, No. 1(35). Page 3 – 513.

### PROSPECT OF USING A HYDRAULIC POWER-SAVING DRIVE

M.M. Karpenko, L.Ye. Pelevin, M. Bogdevičius

*Vilnius Gediminas Technical University (VGTU), LT-10105, Lithuania, c. Vilnius, Plytines st., 27;  
Kiev National University of Construction and Architecture (KNUCA),**03680, Ukraine, c. Kiev, Povitroflotskyi Avenue, 31.*

The article considers the increase in the efficiency of using a forklift loader of IV-VII class (with an internal combustion engine) by introducing the proposed hydraulic energy-saving system of the working equipment. Assesses the prospects of its use as an example the loader HANGCHA CPCD160N-XG35. Carried out analysis and calculation of the basic hydraulic system and the proposed hydraulic system of the loader. As a result, the calculation of the annual

fuel economy has been made and conclusions have been reached on improving the fuel efficiency of a forklift truck with an energy-saving system in comparison with the base system.

*Keywords:* Energy saving, hydraulic drive, forklift, fuel consumption, work cycle.

#### **References**

1. Bazanov, A.F. Self-propelled loaders / A.F. Bazanov, G.V. Zabegalov. – 2nd prod., additional and reslave. – M.: Mechanical engineering, 1979. – 406 pages.
2. Shepherds, L.S. Effektivnost of use of loaders in construction/Hp Chebanov. – Kiev: Budivel'nik, 1987. – 80 pages.
3. Buzhinsky A.D. Efficiency of use of energy saving system of the loader / A.D. Bu-zhinsky. Bulletin of the Belarusian-Russian university. 2008, No. 4 (21), page 11-18.
4. T. Horberry, T.J. Larsson, I. Johnston, J. Lambert, Forklift safety, traffic engineering and intelligent transport systems: case study, Applied Ergonomics 35 (2004) 575–581.
5. Yakushev, A.E. Issledovaniye of energy saving systems / A.E. Yakushev//Construction and road machines. – 2003. – No. 12. – Page 35-38.
6. Nesmiyanov I.A., Lapynin Yu.G. Improvement of dynamic characteristics of a hydraulic actuator погрузчи.//Tractors and farm vehicles. 2001. No. 6. Page 36-37.
7. Nesmiyanov I.A., Havronin V. P. Elastic drive of a hydraulic pump as way of decrease in energy consumption of hydrocars.//Tractors and farm vehicles. 2007. No. 6. Page 45-46.
8. Pelevin L.E., Karpenko N.N. / Indistinct delimitation of full controllability a hydraulic actuator at the expense of own resources / Transport and transport and technology systems: materials of the International scientific and technical conference. – Tyumen: TSOGU, 2016. – page 238-242
9. Pelevin L. E., Karpenko M.M., Chemerys V. A century/method of indistinct designation of borders of full management of a g\_droprivod of construction cars at the expense of imperious resursvv in the conditions of their planned development/ZB. "Mountain, construction, road and meliorativnyei cars", issue 86. All-Ukrainian collection of scientific works. Kiev, 2015, page 27-33.
10. Pelevin LE., Karpenko M.M. / Theoretical bases of management of the system of distribution of power flows in a hydra - and pneumatic actuators / Bulletin of the Kharkiv national automobile and road university: Saturday. науч. тр. / Hark. national. automob. - adult. un-t; - Kharkiv: HNADU, 2016. – Issue 73. – С. 48-51.11. Shchemelev, A. M. Design of a hydraulic actuator of cars for earthwork / A.M. Shchemelev. – Mogilev: MMI, 1995.
12. Pelevin L.E., Gorbatyuk E.V., Karpenko M.M., Azenko A.V. request for useful model of Ukraine No. u201611809 of 22.11.16 "An energy saving hydraulic system"
13. [Electronic resource]. URL: <http://www.hcforklift.com/products/icforklifttruck> (date of the address 05.08.17).
14. [Electronic resource]. URL: <http://www.bmg-ural.ru/catalog/vilochnyie-pogruzchiki/diselnye/12,0-16,0T/> (date of the address 05.08.17).
15. GOST-32511-2013 (EN 590:2009), ISO 3170:2004. EURO diesel fuel. Interstate standard. Specifications. Vved. 2015-01-01. M. Izd-vo of standards, 2015, 32 with

## **ACTION OF THE LEAKING-IN AIR FLOW ON THE ELEMENTS OF THE CONSTRUCTION OF TRANSPORTATION MEANS FROM THE POLYMERIC MATERIALS AND THE SPECIAL FEATURES OF THEIR DIAGNOSTICS**

D.A. Ivanov, A.A. Koloskov

*Saint-Petersburg state university of civil aviation, 196210, st. Petersburg, str. Pilotov, 38*

This article is dedicated to the evaluation of the influence of the nonstationary subsonic air flow, which influence the elements of the construction of transportation means from the polymeric composite materials and to the problems of diagnostics of their technical state.

*Keywords:* polymeric materials, mechanical properties, the air flow.

#### **References**

1. Ivanov D.A. Increase in constructive durability of materials due to influence of the pulsing subsonic low-frequency gas streams. Monograph. – SPb.: Publishing house SPbSUSE, 2008. – 123 pages.
2. Ivanov D.A., Zasukhin O.N. Processing by the pulsing gas stream high-strength and spring staly//Engine-building. – SPb., 2014, No. 3, page 34-36.
3. Bulychev A.V., Ivanov D.A. Impact of gas-pulse processing on structure, properties and tension of metal products//Technology of metals. – M., 2013, No. 11, page 30-33.
4. Ivanov D.A., Zasukhin O.N. Use of the pulsing subsonic gas stream for increase in operational properties of metal products//Technology of metals. – M., 2015, No. 1, page 34-38.
5. Ivanov D.A., Zasukhin O.N. Increase in corrosion resistance of structural steels gas-pulse processing//Technology of metals. – M., 2015, No. 10, page 27-31.

6. Ivanov D.A., Zasukhin O.N. Processing tool staly the pulsing gas streams//Technology of metals. – M., 2017, No. 6, page 17-22.
7. Ivanov D.A., Zasukhin O.N. The directions of improvement of technology of processing of metal materials the pulsing gas streams//Technical and technological problems of service, 2015, No. 4, page 15-21.
8. Ivanov D.A. Prokalivayemost staly when training in the pulsing subsonic air and air-and-water stream//Technical and technological problems of service, 2010, No. 1, page 50-53.
9. Ivanov D.A. Increase in constructive durability of metal materials by their processing by non-stationary gas streams without preliminary heating//Technical and technological problems of service., 2011, No. 4, page 24-29.
10. Ivanov D.A., Zasukhin O.N. Use of hectare-zoimpulsnoy of processing in the course of thermal hardening of details of household cars//Technical and technological problems , 2012, No. 4, page 33-37.

## **ASSESSMENT OF WAYS OF PROTECTION OF THE SURFACE OF METAL AGAINST THE HIGH-TEMPERATURE EROSION**

G. V. Lepesh, E. N. Moiseev

*Saint-Petersburg state economic University (SPbGEU), 191023, Saint-Petersburg, Sadovaya street, 21  
Joint-stock company "Central scientific-research Institute materials" (JSC "CRIM"),  
191014, Saint Petersburg, Paradnaya street*

Ways of protection of metal surfaces against the high-temperature gas erosion happening in the conditions of high-speed influence of fuel gases to temperature over 3000 K with pressure of 300 - 900 MPas are considered. Properties of coverings and technology of their drawing are investigated. The technique of determination of firmness of sheetings in the conditions imitating real impact of fuel gases on samples of the protected elements with the put coverings is developed.

*Keywords:* erosion, high-temperature influence, sheetings, laser наплав, electroplated coating, electromagnetic physical sedimentation.

### **References**

1. Astapov A.N., Terentyeva V.S. The review of domestic developments in the field of protection of carboniferous materials against gas corrosion and an erosion in high-speed streams of plasma. //News of higher education institutions Powder metallurgy and functional coverings. 2014 No. 4, page 50 - 70.
2. The factors influencing an erosion of http://pereonastka.ru/articles/factory-vliyayushchie-na-eroziyu http://pereonastka.ru/articles/factory-vliyayushchie-na-eroziyu (date of the address 05.05. 2017).
3. Advanced Gun Barrel Technologies (AGBT) Back-ground and Results NDIA Joint Armaments Conference, 2010 [Internet resource] of URL <https://ndiastorage.blob.core.usgovcloudapi.net/ndia/2010/armament/WednesdayLandmarkABillVezina.pdf> (date of the address 05.05. 2017)
4. LES-technology of a laser naplavka. [Internet resource] of URL <http://mirprom.ru/public/lens-tehnologiya-lazernoy-naplavki.html>. (date of the address 05.05. 2017)
5. Lepesh G.V. Latyshev D. Yu., Cherkasov M.Yu. Development and justification of a method of pilot study of firmness of anti-erosive sheetings of gasdynamic pulse devices. //Technical and technological problems of service. 2014 No. 2(28), Page 59 – 66

## **CALCULATION OF FLOW AND LEVELS OF SMALL WATERCOURSES**

N. L. Velikanov, V. A. Naumov, S. I. Koryagin

*The Baltic federal university of Immanuel Kant (BFU of Kant), 236041, Kaliningrad, st. A. Nevsky, 14;  
Kaliningrad State Technical University (KSTU), 236000, Kaliningrad, Sovetsky Ave., 1*

Discusses software products (hydraulic design area) by different authors, with-replaceable for hydraulic calculations of watercourses. It is shown that the main problems in working with design of hydraulic systems is the need to prepare extensive geodetic information section of the river, the surface levels of the floodplain and its entire basin. We consider the calculation performed in 2017 when processing the results of engineering-hydrological survey for Novaja river without the use of hydraulic design systems.

*Keywords:* small watercourse, hydraulic calculation, water flow rate

### **References**

1. Wang Q, Li S., Jia P., Qi C., Ding F. A review of surface water quality models//The Scientific World Journal. – 2013. Article ID 231768. – 7 p. [Electronic resource]. – URL: <https://www.hindawi.com/journals/tswj/2013/231768/>(date of access 29.10.2017).
2. Gao L., Li D. A review of hydrological/water-quality models//Agricultural Science. Engineering. – 2014. – V. 1, No 4. – P. 267-276.

3. Sumita N., Kaur B.S. Water quality models: a review//International Journal of Research – Granthaalayah. – 2017. – V. 5(1). – P. 395-398.
4. Nikiforov D.A. Technique of calibration of hydraulic models of the rivers and water reservoirs//News of the Samara scientific center of RAS. – 2015. – T. 17, No. 6. – Page 128-134.
5. Gotovtsev A.V. WPI RQS (Water Problem Institute – River Quality Control). Certificate on the state registration of the computer program No. 2016610993 of 25.01.2016.
6. Gotovtsev A.V., Larina E.G. Assessment of point and diffusion sources of pollutants in a river basin of Moscow//Water resources: new calls and solutions. – Novocherkassk: Lik publishing house, 2017. – Page 318-324.
7. Churbanov O.I., Domrachev K.V., P.V. Scraps. The program of prediction of possible disastrous flooding of terrain and parameters of a wave of break when corrupting Wave water-engineering systems. Certificate of registration of an electronic resource No. 18828 of 09.01.2013 [An electronic resource]. – URL: <http://www.titan-optima.ru/programm/volna/> (date of the address 29.10.2017).
8. Kamel A. H. Application of a hydrodynamic MIKE-11 model for the Euphrates River in Iraq//Slovak Journal of Civil Engineering. – 2008. – No 2. – Page. 1-7.
9. Javadian M., Kaveh R., Mahmoodinasab F. A study on experimental model of dam break problem and comparison experimental results with analytical solution of Saint-Venant equations//International Journal of Advanced Biotechnology and Research. – 2016. – V. 7, No 5. – Page. 1239-1245.
10. To Budyan A.T., Viktorov E.V., Pushistov P. Yu. Results of use of the information MIKE-11 system for simulation of variables of hydrodynamics of an average watercourse North Sosva//News of the Altai state university. 2013. – T. 1(77). – Page. 133-137.
11. V.I. root, Kuchment of Hp. Determination of geometrical and hydraulic characteristics of the river course a solution of the reverse tasks for Saint-Venant equations//Water resources, 1973. – No. 4. – Page 83-100.
12. Levitte-Gourevitch L.C., Nikiforov D.A. The analysis of process of identification of parameters of a morphometry of the rivers and water reservoirs in computer models of hydraulic calculations (effectiveness and uniqueness of calibration)//News of the Samara scientific center of RAS, 2015. – T. 17, No. 6. – Page 116-122.
13. Set of rules of the joint venture 33-101-2003. Determination of the main design hydrological characteristics. No. 218 of December 26, 2003 is approved for application as the normative document by the resolution of the State Committee for Construction of Russia.

## **LOGISTICS OF SECONDARY MATERIAL RESOURCES AND RECYCLING IN THE HOUSING AND UTILITIES ECONOMY**

B. K. Plotkin, P.P. Dergal

*Association for the promotion of industry. Scientific and economic Committee.*  
195025, Saint-Petersburg, p/1 225;

*Saint-Petersburg state University of Economics (SpBGEU),*  
191023, Saint-Petersburg, Sadovaya street, 21.

Outlines the main provisions of the logistics of secondary material resources (SMR) in the housing sector. The specifics of formation and recycling of household waste. The necessity of a special environmentally friendly technologies of combustion of solid waste with the use of exhaust heat.

*Keywords:* logistics VMR, waste and loss of usefulness, recycling, housing.

### **References**

1. Corporate logistics / Under general and научн. edition of V.I. Sergeyev. – M.: INFRA-M, 2010. – 976 pages;
2. Plotkin B.K., Gogin D. Yu. Enterprise functionality of logistics. – SPb.: Publishing house СПбГЭУ, 2014. – 325 pages;
3. Bukrinskaya E.M. Regional logistics. SPb.: Publishing house СПбГУЭФ, 2008. – 58 pages;
4. Bukrinskaya E.M. Reversive logistics. SPb.: Publishing house СПбГУЭФ, 2010. – 79 pages;
5. Plotkin B.K. Introduction to commerce and commercial logistics. SPb.: Publishing house СПбУЭФ, 1996. – 171 pages.

## **DEVELOPMENT OF THE INSTITUTE OF THE AUTHORIZED ECONOMIC OPERATOR**

A.J. Tereshenkova

*North-West Institute of Management, branch of RANEPА*  
199178, St. Petersburg, V.O., Sredny Ave. V.O., 57/43

The article compares the content of the norms of the Customs Code of the Customs Union in 2010. and the Customs Code of the Eurasian Economic Union (2018). The assessment of legislative changes in the regulation of the activities of the authorized economic operator is given.

*Keywords:* customs Code, Eurasian Economic Union, Customs Regulation, Declaring of goods, Authorized economic operator

#### **References**

1. The register of authorized economic operators as of 01.07.2017//the Official site of FCS of Russia. Access mode: [http://ved.customs.ru/index.php?id=1690&Itemid=1971&option=com\\_content&view=article](http://ved.customs.ru/index.php?id=1690&Itemid=1971&option=com_content&view=article) Date of the address: 11/1/2017.
2. Tereshenkova A.Yu. Draft of the customs code of the Eurasian Economic Union: main changes in the sphere of customs regulation//Scientific works of Northwest institute of management. - SPb.: SZIU RANEPА publishing house. - 2017. T. 8th No. 3 (30). Page 41-50.
3. D.V. Nekrasov. Report of the Director of the department of the customs legislation and law-enforcement practice of the Euroasian economic commission D.V. Nekrasov of "Prospect of development of institute of the authorized economic operator"./Russian customs academy, Lyubertsy, 2013, on November 13. Electronic resource: <http://www.customs-academy.net/?p=4427>
4. Dontsova G.N. Changes in regulation of activity of the Authorized economic operator//Mode of access: [https://www.alta.ru/expert\\_opinion/30391/](https://www.alta.ru/expert_opinion/30391/)Date of the address: 6/9/2014.
5. Bugs of. Authorized economic operator. Theory and practice"/Rakurs Magazine, release No. 4. Access mode: [http://vch.ru/event/view.html?alias =upolnomochennyi\\_ekonomicheskii\\_operator.\\_teoriya\\_i\\_praktika](http://vch.ru/event/view.html?alias =upolnomochennyi_ekonomicheskii_operator._teoriya_i_praktika) Date of the address: 11/11/2015.

## **IMPORT REPLACEMENT OF PHARMACEUTICAL PRODUCTS: ECONOMIC ASPECTS**

V.V. Ugolnikov, A.A. Petrov

*St. Petersburg chemical and pharmaceutical academy,  
97376, St. Petersburg, Professor Popov St., 14, lit. A;*

*LLC YUNONA Holding, 620028, Sverdlovsk Region Yekaterinburg, st. of Kirov St. 28/1*

The authors formulated the problems of import substitution of high-tech products. This approach serves to preserve and develop the health of the population of the country. It ensures the safe development of human capital. The authors described a model for the development of competitive pharmaceutical production. On the basis of practical research, an opinion is given on possible ways of development of import substitution in these industries. Approaches to export development of pharmaceutical products and high-tech medical equipment are suggested.

*Key words:* high - tech medical production, pharmaceutical products, human capital, health, import substitution.

#### **References**

1. The expected life expectancy in case of the birth - [http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/#](http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/population/demography/#) (date of the address: On September 28, 2017).
2. The Minister of Health of the Russian Federation Veronika Skvor-tsova announced increase in life expectancy of Russians (Material is published on September 12, 2017). - <https://www.rosminzdrav.ru/news/2017/09/12/6081-ministr-zdravohraneniya-rf-veronika-skvortsova-zayavila-ob-uvlichenii-prodolzhitelnosti-zhizni-rossiyan>
3. Petrov A.P. Teoretiko-metodologicheskyy bases of formation of a socially oriented cluster in the region. The abstract on соиск. Wuchang. step. Dr.s экон. sciences, Yekaterinburg, 2014, 38 pages.
4. Ugolnikov V.V. Organizational and economic development mechanism of hi-tech medical care. The abstract on соиск. Wuchang. step. band. экон. sciences, St. Petersburg, 2015, 16 pages.
5. Kaluga pharmaceutical cluster. URL: <http://pharmclusterkaluga.ru>
6. BioM. URL: <http://www.bio-m.org>
7. Ugolnikova O.D., A.P. Petrov A.P., V.V. Squares. Public-private partnership as condition of competitive development of economy. – SPb.: Publishing house СПбГУСЭ, 2013. – 179 pages.
8. Pharmaceutical cluster and special economic zone//URL: <http://www.Business Partner>
9. The federal law of 21.11.2011 N 323-FZ (an edition of 03.04.2017) "About bases of health protection of citizens in the Russian Federation". AI. URL resource: [egalacts.ru ›doc/FZ-ob-osnovah ... zdorovja-grazhdan/](http://egalacts.ru/doc/FZ-ob-osnovah...zdorovja-grazhdan/)
10. Grigorieva A.V. Development of pharmaceutical clusters of Russia and instruments of the state support of branch//Vladimir state university of A.G. and N.G. Stoletovykh, Vladimir, Russia//Electronic URL resource: [scienceforum.ru-Spisok of the scientific directions – pdf/2642.pdf](http://scienceforum.ru-Spisok of the scientific directions – pdf/2642.pdf)
11. Official site of the State committee of statistics of the Russian Federation. [Electronic resource]. URL – <http://www.gks.ru>



## THE MECHANISM OF REALIZATION OF ENERGY SAVING ACTIONS IN MUNICIPAL POWER OF THE CITIES OF RUSSIA

Lepesh A.G., S.K. Luneva, T.V. Potemkina  
*St. Petersburg state economic university (SPbGEU),  
191023, St. Petersburg, Sadovaya St., 21*

Basics of realization of state policy of the Russian Federation in the field of energy saving in the housing-and-municipal sphere are covered. The main technologies allowing to save significantly energy resources in the housing-and-municipal sphere of municipal economy are allocated and listed. Techniques of assessment of efficiency of energy saving actions of various payback periods are given.

*Keywords:* energy efficiency, the best available technologies, municipal power, economy of energy resources, heat-shielding, renovation of facades.

### **References**

1. Lepesh, G. V. Energy saving in life support systems of buildings and constructions / G.V. Lepesh. – SPb.: Publishing house SPbGEU, 2014. – 437 pages.
2. Lepesh, G.V. Tekhnika and technology of life support of buildings and constructions / G.V. Lepesh. – SPb.: Publishing house SPbGEU, 2014. – 330 pages.
3. The help document on the best available technologies of ensuring energy efficiency. – 2009/[Electronic resource]. [http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/60d/energo\\_1303.pdf](http://www.mnr.gov.ru/upload/iblock/60d/energo_1303.pdf) (date of the address 05.09.16).
4. The resolution of the Government of the Russian Federation of September 20, 2014 N 961 "About the organization of work on creation of a public databank about the most effective technologies applied at modernization (construction, creation) of objects of municipal infrastructure" the GUARANTOR System: URL:<http://base.garant.ru/70746076/#ixzz3REguxOyz> (date of the address 1/10/2016).
5. Lepesh G. V. The best available and standard technologies in the energy efficient systems of life support of buildings and constructions. / Technical and technological problems of service. 2014. №4 (30). page 3-7.
6. Danilovich D.A. The best available technologies for municipal water disposal of JSC Mosvodokanalniiprojekt, 2011, 14 pages.
7. The order of the Ministry of Regional Development of the Russian Federation of September 2, 2010 N 394 "About the statement of the Approximate form of the list of actions for an apartment house (group of apartment houses) as concerning the general property of owners of rooms in an apartment house, and concerning rooms in an apartment house which carrying out more promotes energy saving and increase in efficiency of use of power resources" the GUARANTOR System: URL:<http://base.garant.ru/12179594/#ixzz3RESb8ezx>. (date of the address 1/10/2016).
8. State program of the Russian Federation "Energy efficiency and development of power", (утв. order of the Government of the Russian Federation of April 3, 2013 No. 512-р).
9. The order of the Ministry of Regional Development of the Russian Federation of May 28, 2010 No. 262 "About requirements of power efficiency of buildings, structures, constructions" the GUARANTOR System: URL:<http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/12076199/#ixzz3REZB3EDD> (date of the address 1/10/2016).
10. Gorshkov A. S., Rymkevich of P.P. Metodik and an example of calculation of return on investment at realization of energy saving actions in construction//Construction materials, the equipment, technologies of the 21st century. 2014. No. 9 (188). Page 40-45.
11. Gorshkov A. S., Rymkevich P. P., Nemova D.V., N.I. Batting. Economic efficiency of investments into energy saving//Engineering systems. AVOK - the Northwest. 2014. No. 3. Page 32-36.

## PROBLEMS OF DEVELOPMENT IN THE REAL ECONOMY AND SOLUTIONS IN MODERN CONDITIONS

O.D.Ugolnikova  
*St. Petersburg state economic university (SPbGEU),  
191023, St. Petersburg, Sadovaya St., 21*

The innovative territorial development presented in this article. These include the expansion of the knowledge generation infrastructure. Noted that the strategy for socio-economic development of Russia, associated with the expansion of economic sectors, labour market through innovation, development of small and average business, innovative entrepreneurship as a tool for economic diversification. The model of innovative entrepreneurship ecosystem is embedded in the educational system. The author gave a description of this model. The author examined Russian and international experience in the implementation of the model. He provided insights on the ways domestic innovative entrepreneurship in the real sector of the economy.

### **References**

1. The order of the Government of the Russian Federation of June 2, 2016 No. 1083-р "About the Strategy of development of small and average business in the Russian Federation until 2030 and the plan of measures on her realization". Electronic resource: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71318202/#ixzz53yze1nnD>
2. Federal portal of small and average business. Electronic resource: <http://smb.gov.ru>

3. Monotown: management of development [Text] / t. V. Uskova, L.G. Iogman, S.N. Tkachuk, A.N. Nesterov, N.Yu. Litvinova; under the editorship of Dr.Econ.Sci. of T.V. Uskova. – Vologda: ISERT RAHN, 2012. – 220 pages.
4. Federal law of the Russian Federation of August 2, 2009 N217-FZ "About Introduction of Amendments to Separate Acts of the Russian Federation on Questions of Creation Budgetary Scientific and Educational Institutions of Economic Societies for Practical Use (Introduction) of Results of Intellectual Activity". Electronic resource: <http://www.nanonewsnet.ru/articles/2009/federalnyi-zakon-rossiiskoi-federatsii-ot-2-avgusta-2009-g-n-217-fz-o-malykh-innovatsi>
5. NBIA (2012), Factsheet on Business Incubation. Electronic resource: [http://www.nbia.org/resource\\_library/faq/#3](http://www.nbia.org/resource_library/faq/#3)
6. Central Bureau for Statistics, Toename ondernemerschap in Nederland. Electronic resource: <http://www.cbs.nl/nl-NL/menu/themas/dossiers/ondernemingsklimaat/publicaties/artikelen/archief/2012/2012-ondernemerschap-zzp-art.htm>
7. Schumpeter J.A. Theory of economic development: analysis of profits, capital, percent and business cycle, 1934.
8. Bijleveld Paul, Bazen Jacques. Towards an integrative approach to support entrepreneurship - abstract//the Collection of materials of the Round table with the international participation, on October 4, 2013 / Under edition Dr.Econ.Sci., the prof. G.D. Droedov, to. t. - m of N, доц. O.D. Ugolnikova. – SPb.: Publishing house СПбГУСЭ, 2013. С. 30-39.
9. Ugolnikova O.D. Social and economic problems of monotowns. Monograph. / O.D. Ugol-nikova, Zh. Bazen, P. Biyleveld, R. Koupman, A.D. Rizov, V.V. Ugolnikov/redaktor Yankevich K.A., Dr.Econ.Sci. – SPb.: Publishing house СПбГУСЭ, 2012. Page 140-142.
10. Foundation Business and Science park Twente, Factsheet about foundation Kennispark Twente. Electronic resource: <https://www.kennispark.nl>
11. Innovative development of old industrial monotowns: from the idea to realization. Monograph. / A.D. Rizov, A.L. Pastukhov, V.V. Ugolnikov, D.V. Buryak, E.A. Timoshchenko, O.D. Ugolnikova, / under the editorship of to. t. - m of N, доц. O.D. Ugolnikova. – SPb.: Publishing house СПбГУСЭ, 2016. – 85 pages.
12. Ugolnikova O.D., Sharafutdinova L.R. University business incubator: new models of management / Economic science today. Publishing house of the Belarusian national technical university, No. 2, 2014. Page 250-255.

## ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ, ПРИНИМАЕМЫМ ДЛЯ ПУБЛИКАЦИИ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ ЖУРНАЛЕ «ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕРВИСА»

**К публикации принимаются** материалы научно-технического содержания по актуальным проблемам техники и технологии сервиса машин, приборов и инженерных систем жилищно-коммунального хозяйства, бытового обслуживания, дизайна, экологии, личного и общественного транспорта, не предназначенные для публикации в других изданиях.

Материалы, публикуемые в журнале, должны обладать несомненной новизной, относиться к вопросу проблемного назначения, иметь прикладное значение и теоретическое обоснование и быть оформлены по соответствующим правилам (см. <http://unescon.ru/zhurnal-ttps>).

Материалы для публикации должны сопровождаться: электронной версией статьи, представленной в формате редактора MicrosoftWord (CD-R, CD-RW, DVD или отправленные по e-mail).

**Статья должна содержать следующие реквизиты:**

- индекс универсальной десятичной классификации литературы (УДК);
- название статьи на русском и английском языках;
- фамилию имя отчество автора (авторов) полностью с указанием должности, звания, телефона и электронного адреса;
- полное наименование организации с указанием почтового индекса и адреса;
- аннотацию из 10 – 30 слов на русском и английском языках;
- 3 – 7 ключевых слова или словосочетания на русском и английском языках;
- текст статьи (8 – 15 страниц (14 пт.), номера страниц не указываются) на русском языке;
- литература (библиографические ссылки даются в конце текста в порядке упоминания по основному тексту статьи, в тексте в квадратных скобках указывается порядковый номер). Внутритекстовые, подстрочные и затекстовые библиографические ссылки (списки литературы) должны оформляться в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5 – 2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления».

Статья представляется в электронном виде (на электронном носителе или высылается электронной почтой по адресу: GregoryL@yandex.ru).

**При оформлении статьи** должны соблюдаться следующие требования.

При наборе текста используется шрифт TimesNewRoman. Интервал текста кратный, без дополнительных интервалов. Лишние пробелы между словами не допускаются. Форматирование текста (выравнивание, отступы, переносы, интервалы и др.) должно производиться автоматически.

**Иллюстрации** представляются в графических редакторах MSWindows. Все иллюстрации сопровождаются подрисуночными подписями (не повторяющими фразы-ссылки на рисунки в тексте), включающими номер, название иллюстрации и при необходимости – условные обозначения.

**Рисунки** выполняются в соответствии со следующими требованиями:

- масштаб изображения – наиболее мелкий (при условии читаемости);
- буквенные и цифровые обозначения на рисунках по начертанию и размеру должны соответствовать обозначениям в тексте статьи;
- размер рисунка – не более 15x20 см;
- текстовая информация и условные обозначения выносятся из рисунка в текст статьи или подрисуночные подписи.

Иллюстрации (диаграммы, рисунки, таблицы) могут быть включены в файл текста или быть представлены отдельным файлом.

Все **графики, диаграммы** и прочие встраиваемые объекты должны снабжаться числовыми данными, обеспечивающими при необходимости их (графиков, диаграмм и пр.) достоверное воспроизведение.

**Формулы** должны быть созданы в редакторе формул MSEquation. Защита формул от редактирования не допускается. Формулы следует нумеровать в круглых скобках, например, (2). Величины, обозначенные латинскими буквами, а также простые формулы могут быть набраны курсивом. Все латинские буквы в формулах выполняются курсивом, греческие и русские – обычным шрифтом, функции – полужирным обычным.

**Термины и определения, единицы** физических величин, употребляемые в статье, должны соответствовать действующим национальным или международным стандартам.

На последней странице рукописи должны быть подписи всех авторов. Статьи студентов, соискателей и аспирантов, кроме того, должны быть подписаны научным руководителем.

Редакция не ставит в известность авторов об изменениях и сокращениях рукописи, имеющих редакционный характер и не затрагивающих принципиальных вопросов.

**Итоговое решение об одобрении или отклонении представленного в редакцию материала принимается редакционным советом и является окончательным.**

**ISSN 2074-1146**

Журнал зарегистрирован  
в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных техно-  
логий и массовых коммуникаций.  
Свидетельство о регистрации средства массовой информации –  
ПИ № ТУ 78-01571 от 12 мая 2014 г.

Журнал входит в Российский индекс научного цитирования  
[http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=28520](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=28520)

Электронная версия журнала расположена по адресу:  
<http://uneson.ru/zhurnal-ttps>  
Подписной индекс в каталоге «Журналы России» –95008.

## **НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ**

***Технико-технологические проблемы сервиса***  
**№3(41)/2017**

---

Подписано в печать 21.09.2017 г. Формат 60 x 84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага офсетная. Гарнитура TimesNewRoman.  
Печать офсетная. Объем 10,5 п.л. Тираж 500 экз. Заказ № 1477

---

Адрес издателя и типографии: 191023, Санкт-Петербург, Садовая ул., д. 21  
Отпечатано на полиграфической базе СПбГЭУ.