

# БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ

SAFETY  
IN TECHNOSPHERE



№ 5 (26)/2010  
сентябрь–октябрь

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ  
SCIENTIFIC, METHODICAL AND INFORMATION MAGAZINE

Свидетельство Росохранкультуры  
ПИ № ФС77-22914  
от 17.01.2006 г.

**Учредитель:**  
Коллектив редакции журнала

**Издается:**  
при организационно-финансовой поддержке МГТУ им. Н.Э. Баумана, участия МЧС и Минздравсоцразвития России, УМО вузов по университетскому политехническому образованию и НМС по безопасности жизнедеятельности Минобрнауки России

**Главный редактор**  
Владимир Девисилов

**Исполнительный директор**  
Ольга Бочарова

**Ответственный секретарь**  
Людмила Асанова

**Отдел предпечатной подготовки**  
Елена Попова

**Корректор**  
Татьяна Дзезик

**Отдел реализации и рекламы**  
Мария Денисова

Присланные рукописи не возвращаются.

Точка зрения редакции может не совпадать с мнением авторов публикуемых материалов.

Редакция оставляет за собой право самостоятельно подбирать к авторским материалам иллюстрации, менять заголовки, сокращать тексты и вносить в рукописи необходимую стилистическую правку без согласования с авторами. Поступившие в редакцию материалы будут свидетельствовать о согласии авторов принять требования редакции.

Перепечатка материалов допускается с письменного согласия редакции.

При цитировании ссылка на журнал «Безопасность в техносфере» обязательна.

**Письма и материалы для публикации**  
высылать по адресу:  
125212, г. Москва, а/я 133  
Тел./факс: 459-1377  
e-mail: info@russmag.ru  
http://www.russmag.ru

**Адрес редакции:**  
125212, Москва,  
Головинское шоссе,  
д. 8, корп. 2

© ЗАО Издательство  
«Русский журнал», 2010

Печать Издательство «Русский журнал»  
Формат 60x84/8.  
Бумага офсетная № 1.  
Тираж 1650 экз.  
Усл.-печ. л. 7,44

**Подписной индекс в каталоге агентства «Роспечать»: 18316**

В HOMEPE  
IN THIS ISSUE

## ПРЕДСТАВЛЯЕМ КАФЕДРУ PRESENTING THE DEPARTMENT

- И.Г. Суровцев, Г.П. Павлихин, В.С. Ванаев, А.Ф. Козьяков**  
**I.G. Surovtsev, G.P. Pavlikhin, V.S. Vanayev, A.F. Kozyakov**  
Кафедра «Экология и промышленная безопасность»  
МГТУ им. Н.Э. Баумана – 80 лет ..... 3  
Department "Ecology and industrial safety" of the Moscow State Technical University named after N.E Bauman marks the 80<sup>th</sup> Anniversary
- Е.Г. Юдин, С.В. Коршунов, Г.П. Павлихин, В.А. Девисилов**  
**E.G. Yudin, S.V. Korshunov, G.P. Pavlikhin, V.A. Devisilov**  
Подготовка кадров по техносферной безопасности в МГТУ им. Н.Э. Баумана (к 80-летию кафедры «Экология и промышленная безопасность») МГТУ им. Н.Э. Баумана – 80 лет ..... 8  
Department "Ecology and industrial safety" of the Moscow State Technical University named after N.E Bauman marks the 80<sup>th</sup> Anniversary
- Г.П. Павлихин, Л.А. Резчикова**  
**G.P. Pavlikhin, L.A. Rezchikova**  
Проект Комиссии Европейского Союза «Сеть подготовки магистров по технологиям управления водными ресурсами» .. 13  
The Project of the Commission of the European Union "Network of training masters of water resources management technologies"

## МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ CONTROL AND MONITORING

- А.И. Комкин, А.А. Аграфонова**  
**A.I. Komkin, A.A. Agrafonova**  
Исследование излучения шума системой выпуска автомобиля методом конечных элементов ..... 17  
Researches of the sound radiation by the exhaust system of a car through the finite element method
- В.А. Девисилов, Е.Ю. Шарай,**  
**V.A. Devisilov, E.Yu. Sharai**  
Моделирование течения неньютоновской жидкости вблизи вибрирующей фильтровальной перегородки гидродинамического фильтра ..... 23  
Modeling the flowing of the non-Newtonian fluid near the vibrating filtering baffler of the hydrodynamic filter
- Н.А. Никифоров, А.И. Комкин, Л.С. Воробьева**  
**N.A. Nikiforov, A.I. Komkin, L.S. Vorobyeva**  
Моделирование глушителей шума с перфорированными трубами ..... 28  
Modeling mufflers with perforated tubes
- Ю.М. Новиков, В.А. Большаков**  
**Yu.M. Novikov, V.A. Bolshakov**  
Комбинированные пористые сетчатые металлы ..... 34  
Sintered metal mesh porous materials

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:

**Александров Анатолий Александрович**,  
ректор Московского государственного технического университета  
им. Н.Э. Баумана, д-р техн. наук, профессор

**Алешин Николай Павлович**,  
заведующий кафедрой МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
академик РАН, д-р техн. наук, профессор

**Бабешко Владимир Андреевич**,  
советник ректора Кубанского государственного университета,  
академик РАН, д-р физ.-мат. наук, профессор

**Касимов Николай Сергеевич**,  
декан географического факультета Московского государственного  
университета имени М.В. Ломоносова, академик РАН,  
д-р геогр. наук, профессор

**Махутов Николай Андреевич**,  
заведующий отделом Института машиноведения  
им. А.А. Благонравова РАН, чл.-корр. РАН, д-р техн. наук,  
профессор

**Павлихин Геннадий Петрович**,  
заведующий кафедрой «Экология и промышленная безопасность»  
МГТУ им. Н.Э. Баумана, д-р техн. наук, профессор

**Соломенцев Юрий Михайлович**,  
президент Московского государственного технологического  
университета «Станкин», профессор, чл.-корр. РАН, д-р техн. наук

**Тарасова Наталия Павловна**,  
директор института устойчивого развития, заведующая кафедрой  
Российского химико-технологического университета  
им. Д.И. Менделеева, чл.-корр. РАН, д-р хим. наук, профессор

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

**Васильев Андрей Витальевич**,  
директор института химии и инженерной экологии  
Тольяттинского государственного университета,  
заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор

**Власов Валерий Александрович**,  
министр лесного хозяйства Республики Татарстан,  
канд. техн. наук, профессор

**Гапонов Владимир Лаврентьевич**,  
ректор Ростовской государственной  
академии сельскохозяйственного машиностроения, д-р техн. наук, профессор

**Гарин Вадим Михайлович**,  
заведующий кафедрой Ростовского государственного университета  
путей сообщения, канд. техн. наук, профессор

**Девисилов Владимир Аркадьевич**,  
доцент кафедры «Экология и промышленная  
безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана, канд. техн. наук

**Дыганова Роза Яхиевна**,  
заведующая кафедрой «Инженерная экология  
и рациональное природопользование» Казанского  
государственного энергетического университета, д-р биол. наук,  
профессор

**Дьяченко Владимир Викторович**,  
заместитель директора по научной и учебной работе  
Новороссийского политехнического института (филиала) КубГТУ,  
профессор кафедры государственного  
и муниципального управления, канд. с.-х. наук, д-р геогр. наук

**Егоров Александр Фёдорович**,  
заведующий кафедрой Российского  
химико-технологического университета  
им. Д.И. Менделеева, д-р техн. наук, профессор

**Елохин Андрей Николаевич**,  
начальник отдела страхования ОАО «ЛУКОЙЛ», д-р техн. наук

**Ефимов Виктор Фёдорович**,  
проректор по делам гражданской обороны  
и чрезвычайным ситуациям МГТУ им. Н.Э. Баумана, канд. техн. наук

**Козлов Николай Павлович**,  
заведующий отделом НУК «Э» МГТУ им. Н.Э. Баумана,  
д-р техн. наук, профессор

**Кручинина Наталия Евгеньевна**,  
декан инженерного экологического факультета,  
заведующая кафедрой «Промышленная экология» Российского  
химико-технологического университета им. Д.И. Менделеева,  
канд. хим. наук, д-р техн. наук, профессор

**Лысенский Олег Васильевич**,  
генеральный директор Издательства «Русский журнал», главный  
редактор журнала «ОБЖ. Основы безопасности жизни»,  
член Европейской ассоциации по безопасности

**Майстренко Валерий Николаевич**,  
директор научно-исследовательского института безопасности  
жизнедеятельности, чл.-корр. АН Республики Башкортостан,  
профессор, д-р хим. наук

**Матягина Анна Михайловна**,  
доцент Московского государственного университета гражданской  
авиации, канд. техн. наук

**Никулин Валерий Александрович**,  
исполнительный вице-президент Российской  
инженерной академии, д-р техн. наук, профессор

**Певнев Виталий Миронович**,  
заместитель министра труда и социального развития  
по Ростовской области, канд. экон. наук

**Петров Борис Германович**,  
руководитель Приволжского Управления Ростехнадзора России,  
к. геогр. наук, профессор

**Пушенко Сергей Леонардович**,  
директор ИИЭС Ростовского государственного  
строительного университета, канд. техн. наук, профессор

**Рахманов Борис Николаевич**,  
профессор МГТУ им. Н.Э. Баумана, д-р техн. наук

**Рубцова Нина Борисовна**,  
заведующая научным координационно-  
информационным отделом ГУ НИИ медицины  
труда РАМН, д-р биол. наук

**Севастьянов Борис Владимирович**,  
заведующий кафедрой «Безопасность  
жизнедеятельности» Ижевского государственного технического  
университета, канд. пед. наук, д-р техн. наук, профессор

**Трофименко Юрий Васильевич**,  
заведующий кафедрой Московского  
автомобильно-дорожного института (государственного  
технического университета), д-р техн. наук, профессор

**Фролов Анатолий Васильевич**,  
заведующий кафедрой «Безопасность жизнедеятельности»  
Южно-российского государственного технического университета,  
канд. техн. наук, профессор

**Чеботарёв Станислав Стефанович**,  
заместитель начальника Академии гражданской защиты МЧС  
России по научной работе, д-р экон. наук, профессор

## ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ECOLOGICAL SAFETY

**В.С. Ксенофонтов, С.Н. Капитонова, А.С. Козодаев,  
Р.А. Таранов, С.Д. Морозов  
B.S. Xenofontov, S.N. Kapitonova, A.S. Kozodayev,  
R.A. Taranov, S.D. Morozov**  
Использование флотомашин для очистки  
промышленных стоков ..... 38  
Using flotation machines for industrial waste treatment

## ОБРАЗОВАНИЕ EDUCATION

**В.А. Девисилов  
V.A. Devisilov**  
Содержание и технология проектирования вузовских  
основных образовательных программ (на примере  
направления «Техносферная безопасность») ..... 44  
Content and technology of planning main educational programs  
at higher school (by the example of "Safety in techno sphere")

## ИНФОРМИРУЕМ ЧИТАТЕЛЯ INFORMATION FOR READERS

Первая российская научно-практическая конференция  
«Техногенная и природная безопасность» ..... 58  
Обязательное страхование опасных объектов в России ..... 59  
Восемнадцатая международная конференция «Лазерно-  
информационные технологии в медицине, биологии  
и геоэкологии – 2010» (7–11 сентября 2010 г. п. Абрау-Дюрсо,  
г. Новороссийск, Краснодарский край, Россия) ..... 60  
Проект «Максм» обретает юридический статус  
(О создании международной аэрокосмической системы  
мониторинга глобальных и космических угроз) ..... 61  
О 12-й ежегодной международной научно-практической  
конференции «Техносферная безопасность, надежность, качество,  
энерго- и ресурсосбережение» ..... 62  
Рекомендации по созданию бюджетными научными  
и образовательными учреждениями хозяйственных обществ  
в целях практического применения (внедрения) результатов  
интеллектуальной деятельности ..... 63

## Требования к публикации статей

1. С требованиями к оформлению материалов статей можно познакомиться на сайте журнала по адресу <http://www.russmag.ru>
2. Статьи должны соответствовать профилю и тематике журнала.
3. Публикация статей аспирантов бесплатная.
4. Статьи аспирантов без соавторства докторов и кандидатов наук должны иметь предствление доктора наук – специалиста по тематике статьи.
5. К статье должна прилагаться внешняя рецензия доктора наук – специалиста по тематике статьи (за исключением статей, авторами и соавторами которых являются члены РАН, РАО, РАМН, РАСХН).
6. Статьи проходят дополнительное рецензирование, выполняемое членами редакционной коллегии или специалистами по тематике статьи, привлекаемыми редакцией для научной экспертизы.
7. Несоответствие предоставляемых материалов требованиям редакции может являться основанием в отказе в публикации или увеличить ее сроки.

Редакция

**Журнал «Безопасность в техносфере» включен в перечень ведущих научных журналов, в которых по рекомендации ВАК РФ должны быть опубликованы научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук.**

УДК 378

## КАФЕДРЕ «ЭКОЛОГИЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА – 80 ЛЕТ

### DEPARTMENT “ECOLOGY AND INDUSTRIAL SAFETY” OF THE MOSCOW STATE TECHNICAL UNIVERSITY NAMED AFTER N.E. BAUMAN MARKS THE 80<sup>TH</sup> ANNIVERSARY

**И.Г. Суровцев**, декан, доцент, канд. техн. наук,  
**Г.П. Павлихин**, заведующий кафедрой, профессор, д-р техн. наук,  
**В.С. Ванаев**, доцент, канд. техн. наук,  
**А.Ф. Козьяков**, профессор, канд. техн. наук,  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

**I.G. Surovtsev**, Dean, Assistant Professor, Candidate of Technical Sciences,  
**G.P. Pavlikhin**, Department Chairman, Professor, Doctor of Technical Sciences,  
**V.S. Vanayev**, Assistant Professor, Candidate of Technical Sciences,  
**A.F. Kozyakov**, Professor, Candidate of Technical Sciences,  
Bauman Moscow State Technical University

**e-mail:** E9@bmstu.ru

*Рассматриваются этапы становления кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана, роль всех заведующих кафедрой в ее развитии.*

*The stages of development of the department “Ecology and industrial safety” of the MSTU named after N.E. Bauman and the role of all the chairmen in its development are considered.*

**Ключевые слова:** кафедра (department), история организации и развития (history of establishment and development), безопасность жизнедеятельности (life safety), экология (ecology), МГТУ им. Н.Э. Баумана (MSTU named after N.E. Bauman)

10 сентября 1930 г. приказом № 449 по Высшему механико-машиностроительному училищу (ВММУ) была создана общеучилищная кафедра «Техника безопасности», которой было поручено вести учебный процесс по дисциплине, аналогичной названию кафедры [1].

Первым заведующим кафедрой стал **Петр Иванович Синева**. Информация о нем практически не сохранилась. Известно лишь, что родился он в 1872 г. Окончил Императорское московское техническое училище (ИМТУ) «со званием инженера-механика» в 1895 г. До революции работал инженером и фабричным инспектором. После 1917 г. был главным техническим инспектором труда при Народном комиссариате труда СССР и заместителем председателя Научно-технического совета. С момента образования в 1925 г. Государственного института охраны труда П.И. Синева становится заведующим отдела техники безопасности как одного из научно-технических подразделений только что организованного научно-исследовательского института. Параллельно с основной работой П.И. Синева преподает в Московском университете и постоянно занимается активной лекторской работой

на курсах врачей при Мосздраве, в Высшей школе профдвижения, на Курсах усовершенствования по рационализации, в Московском строительном техникуме и на других курсах. В 1929 г. в возрасте 57 лет П.И. Синева подает заявление в МВТУ (Московское высшее техническое училище, с 06.03.1917 г. ИМТУ преобразовано в МВТУ) на должность сверхштатного доцента на отдельный курс «Основы технического надзора». Это был общеобязательный предмет, читаемый на механическом факультете. Одновременно на это же место претендовал Иван Михайлович Козьминых-Ланин, читавший в МВТУ этот предмет с 20 декабря 1920 г. Центральная комиссия МВТУ по перевыборам профессорско-преподавательского состава утвердила кандидатуру П.И. Синева.

В марте 1929 г. МВТУ разделяется на пять самостоятельных училищ. Одно из них стало называться Высшим механико-машиностроительным училищем (ВММУ), переименованным 28 октября 1930 г. в Московский механико-машиностроительный институт им. Баумана (МММИ им. Баумана). Формируется новый перечень специальностей и новый профессорско-преподавательский состав.

П.И. Синева проявил активное участие в создании новой для училища кафедры «Техника безопасности». Большой опыт в чтении лекций подобного направления и значительное количество написанной им монографической литературы по этой тематике позволили ему сразу приступить к чтению лекций. В 1938 г. он создает первый учебник для машиностроительных вузов «Техника безопасности в машиностроении». Одноименный курс составлен профессором П.И. Синева при участии сотрудников Московского института охраны труда ВЦСПС и допущен Главным управлением учебными заведениями Народного комиссариата машиностроения СССР в качестве учебного пособия для машиностроительных вузов. За составление курса по безопасности в машиностроении и создание учебного пособия в 1939 г. ВАК утвердил П.И. Синева в звании профессора, несмотря на то, что он не имел ученой степени. П.И. Синева руководил кафедрой до своей кончины в 1946 г.

С 1946 г. заведующим кафедрой «Техника безопасности» становится **Николай Иосифович Скороходов**. Самый молодой руководитель кафедры – в ту пору ему было 35 лет. Н.И. Скороходов, фронтовик, ушедший на фронт добровольцем и вернувшийся с фронта после ранения и контузии, еще до войны начал работать над диссертацией. Приход на кафедру МВТУ позволил ему завершить свою научную работу. В 1947 г. он защитил диссертацию. Это была первая защита по технике безопасности в стенах МВТУ. Сменив П.И. Синева на посту заведующего кафедрой, Н.И. Скороходов продолжил его дело на пути дальнейшего становления и развития дисциплины «Техника безопасности». В первую очередь это выразилось в подготовке к печати второго издания учебника «Техника безопасности в машиностроении». Книга благополучно вышла в свет в 1949 г. К сожалению, последствия фронтовых ран не дали возможности Н.И. Скороходову в полной мере реализовать свои планы. В 1953 г. его не стало.

На должность руководителя кафедры был назначен по рекомендации Н.И. Скороходова **Петр Григорьевич Кушвид**, который занимал эту должность до 1959 г. Время своего руководства кафедрой в течение шести лет П.Г. Кушвид посвятил развитию лабораторного практикума. Кроме того, им была разработана программа курса «Основы техники безопасности и противопожарной техники» для машиностроительных факультетов училища [2]. П.Г. Кушвид намерен был внести существенные изменения в курсе основной дисциплины кафедры, написать новый учебник взамен учебника П.И. Синева. Однако свои планы П.Г. Кушвид не успел реализовать.

В 1959 г. на должность заведующего кафедрой «Техника безопасности» был объявлен конкурс. 1 июля 1959 г. на должность заведующего был избран **Петр Андреевич Гладких**. Он занимал эту должность до ухода на пенсию в 1966 г. Годы руководства П.А. Гладких ознаменовались развитием на кафедре научно-исследовательских работ. Кафедра «Техника безопасности» перестала быть общеучилищной с прямым подчинением ректорату и под индексом АМ-12 была включена в структуру факультета «Автоматизация и механизация производства». Кафедра ведет хозяйственную работу по заданию Госкомитета по химии при Совете Министров СССР: «Рациональное проектирование обвязки нагнетательных установок с целью предупреждения колебаний и повышения КПД». Эта тема была включена в число важнейших практических работ МВТУ. Исследования проводились как в лабораторных, так и в натуральных условиях непосредственно в промышленности. В результате исследований были разработаны и рекомендованы к внедрению гасители пульсаций давления для различных газов. Гасители были установлены на многих машинах компрессорных станций страны.

В 1962 г. в жизни кафедры произошло очень важное событие – впервые была организована аспирантура. Среди первых аспирантов числились А.Ф. Козьяков и Э.П. Пышкина, которые в настоящее время являются профессорами кафедры «Экология и промышленная безопасность». В 1966 г. под редакцией П.Г. Гладких выходит новый учебник «Основы техники безопасности и противопожарной техники в машиностроении», который в какой-то мере заменил учебник П.И. Синева. Но в том же году П.Г. Гладких неожиданно подает заявление об уходе на пенсию.

В период с октября 1966 по февраль 1967 гг. обязанности заведующего кафедрой «Техника безопасности» МВТУ им. Н.Э. Баумана исполнял **Борис Владимирович Иванов**. Главным событием этого короткого промежутка времени в жизни кафедры является ее переименование. В развитие Приказа Министерства высшего и среднего специального образования СССР № 273 от 20 сентября 1965 г. о переименовании курса «Основы техники безопасности и противопожарной техники» в курс «Охрана труда» в МВТУ выходит приказ № 196/у от 24.XII.1966 г., в соответствии с которым кафедра «Техника безопасности» становится кафедрой «Охрана труда».

**Евгений Яковлевич Юдин** был избран заведующим кафедрой «Охрана труда» МВТУ им. Баумана 1 марта 1967 г. Эту должность он занимал до июля 1975 г. Приход на кафедру Е.Я. Юдина характеризует значительный подъем научно-исследовательской работы. Кафедра становится центром

научно-исследовательских разработок в области виброакустических исследований. Существенно активизируется работа кафедральной аспирантуры.

В 1970 г. кафедра с факультета «Автоматизация и механизация» была переведена на факультет «Энергомашиностроение». Это было связано с тем, что к тому времени основным научным направлением кафедры стала «борьба в промышленности с шумом энергетических установок». Помимо многочисленных изданий по шумовой тематике, Е.Я. Юдин разрабатывает новую программу курса «Охрана труда» для всех специальностей МВТУ им. Н.Э. Баумана [3].

К 1975 г. коллективом кафедры под редакцией Е.Я. Юдина был написан учебник «Охрана труда в машиностроении», вышедший в 1976 г. в издательстве «Машиностроение». В 1983 г. под редакцией Е.Я. Юдина и С.В. Белова вышло второе издание этого учебника, которое является актуальным до настоящего времени. Кроме того, все это время Е.Я. Юдин вынашивал идею распространения вопросов безопасности с чисто производственной сферы на более широкую область, т.е. на природу в целом. Первые соображения на этот счет были реализованы в учебном пособии Ф.А. Барбинова и А.М. Галеевой «Охрана природы», вышедшем в издательстве МВТУ в 1976 г. под редакцией Е.Я. Юдина.

После ухода Е.Я. Юдина обязанности заведующего кафедрой в течение полугода (с июля 1975 по январь 1976 г.) исполнял **Анатолий Федорович Козьяков**, сотрудник кафедры, чья жизнь практически полностью связана с судьбой вуза вот уже более полувека.

В январе 1976 г. заведующим кафедрой был избран д-р техн. наук, профессор (в то время еще доцент) **Сергей Викторович Белов**. С его приходом существенно расширились научная специализация кафедры и ее кадровый состав. Коллектив кафедры пополнили ученики и последователи С.В. Белова: канд. техн. наук, доцент Г.П. Павлихин, В.С. Спиридонов, В.А. Девисиллов, Ю.М. Новиков. В коллектив кафедры влилось новое пополнение молодых сотрудников, выпускников МВТУ им. Н.Э. Баумана: А.Е. Панфилов, Ю.В. Пластинин, Д.М. Якубович, А.Ф. Юдин, В.А. Львов. К традиционным научным работам по снижению шума и вибрации на производстве добавились вопросы обработки воздуха рабочей зоны (влажнорегулирование, очистка от паров, газов, пылей), а главное, появились новые направления «Защита атмосферы и гидросферы от загрязнений», а также «Защита окружающей среды от шума». Были проведены исследования по определению акустических характеристик комби-

нированных пористых сетчатых металлов, предназначенных для использования в шумоглушающих конструкциях. С 1981 по 1986 г. на кафедре основная научно-исследовательская деятельность велась в рамках отраслевой лаборатории Министерства химического машиностроения СССР. Базовое предприятие министерства – НПО «Криогенмаш» – поручило отраслевой лаборатории (научный руководитель профессор С.В. Белов) реализацию трех научных направлений:

- гидродинамика криогенных жидкостей и их очистка от примесей фильтрованием;
- снижение шума воздуходелительных установок;
- безопасность эксплуатации неизолированных криогенных систем и разработка технических средств дренажа криопродуктов.

Руководителями научных направлений были профессор Г.П. Павлихин и доценты А.С. Терехин и И.В. Переездчиков.

Итоговым результатом комплексного исследования пористых материалов явилось создание новых высокопрочных комбинированных пористых сетчатых металлов (КПСМ). На эти разработки в 1994 г. было получено четыре патента и золотая медаль 53-й Всемирной Брюссельской выставки инноваций, новейших исследований и технологий «Эврика-2004». Применение КПСМ позволило успешно участвовать в научно-прикладных программах ракетно-космической отрасли «Бриз-М», «Тополь-М», «Кулон», «Морской старт».

Одно из основных направлений развития учебно-методической работы кафедры заключалось в совершенствовании лабораторной базы и в постоянном приближении курса «Охрана труда» к специфике конкретных кафедр с необходимостью отражения вопросов этого курса в дипломных проектах всех специальностей. С этого периода и по настоящее время активно обновлялись и вновь создавались методические указания к лабораторным работам. В общей сложности в типографии МВТУ было издано более 30 методических разработок, цель которых заключалась в совершенствовании кафедральной лабораторной практики.

Серьезное внимание уделял С.В. Белов созданию учебников, учебных пособий и методических указаний для дипломного проектирования по различным вопросам охраны труда, охраны окружающей среды и промышленной безопасности. С 1977 г. по настоящее время их вышло более сорока наименований. Безусловный интерес представляют учебники и учебные пособия, в которых рассматриваются вопросы, выходящие за пределы традиционной охраны труда и освещающие проблемы защиты окружающей среды, промышленной

## Представляем кафедру Presenting the Department

экологии и пр. Определенную роль в сближении практики охраны труда и содержания лекционных курсов сыграло участие преподавателей кафедры в издании серии «Библиотека по охране труда для рабочего машиностроителя», вышедшей в свет в издательстве «Машиностроение» с 1986 по 1992 г. под редакцией С.В. Белова. Решающую роль в деле сближения тематики охраны труда с профессиональной спецификой факультетов сыграли специальные сборники типовых расчетов, подготовленные под редакцией С.В. Белова коллективом сотрудников кафедры для факультетов МВТУ.

В 1980 г. кафедра «Охрана труда» была переименована в «Охрана труда и окружающей среды». Во всех потоках пятого курса дневного отделения вместо дисциплины «Охрана труда» была введена дисциплина «Охрана труда и окружающей среды». Начиная заметно преобладать методические разработки, относящиеся к экологической тематике и защите окружающей среды. Кафедра ощущала потребность в новой дисциплине, рождение которой откладывалось только из-за отсутствия четкой научной концепции и соответствующего формального повода для учебно-профессиональной перестройки. Назрела необходимость рассмотрения глобальной проблемы безопасности человека в техносфере вместо локальной проблемы охраны труда в исключительно производственной сфере.

Социально-общественные события в стране, развернувшиеся в конце восьмидесятых годов, объективно подтолкнули этот процесс. На стыке трех дисциплин, имеющих ярко выраженную прикладную направленность, – «Охрана труда», «Охрана окружающей среды» и «Гражданская оборона» – родилась новая научная дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» (БЖД). Календарной датой рождения этой новой образовательной дисциплины считается 20 сентября 1989 г., когда Учебно-методическое управление МГТУ утвердило программу курса «Промышленная экология и безопасность (Безопасность жизнедеятельности)» для машиностроительных специальностей МГТУ им. Н.Э. Баумана. Двадцатилетний юбилей дисциплины БЖД был отмечен кафедрой в 2009 г. История ее становления подробно рассмотрена в публикации на страницах журнала «Безопасность в техносфере» № 4 за 2009 г. [4] и в Материалах IV Всероссийского совещания заведующих кафедрами вузов по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды и Юбилейной учебно-методической конференции, посвященной

20-летию дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» [5].

За прошедшее время кафедра еще дважды меняла свое название в связи с конкретизацией тематики основного кафедрального учебного курса. С 1989 г. кафедра называлась «Промышленная экология и безопасность», а с 1990 г. переименована в кафедру «Экология и промышленная безопасность». Под этим наименованием кафедра функционирует и по настоящее время.

Началось издание двух специализированных журналов:

- научно-практический и учебно-методический «Безопасность жизнедеятельности» (с 2001 г. главный редактор С.В. Белов, зам. главного редактора В.А. Девисилов – 2001–2005 гг., с 2008 г. главный редактор О.Н. Русак);

- научно-методический и информационный журнал «Безопасность в техносфере» (с 2006 г. главный редактор В.А. Девисилов).

С 1993 г. под эгидой кафедры Э-9 регулярно проходят Всероссийские совещания заведующих кафедрами по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды:

1-е совещание – 5 апреля 1993 г. – г. Зеленоград;

2-е совещание – 9–13 апреля 2001 г. – МГТУ им. Н.Э. Баумана;

3-е совещание – 16–21 мая 2005 г. – МГТУ им. Н.Э. Баумана;

4-е совещание – 21–26 сентября 2009 г. – МГТУ им. Н.Э. Баумана.

В декабре 2007 г. С.В. Белов ушел на пенсию. Заведующим кафедрой был назначен канд. техн. наук, доцент, один из старейших сотрудников **Сергей Георгиевич Смирнов**. Заведующим он проработал до конца 2008 г. За это время под его началом было организовано преподавание экологии, для чего был подобран соответствующий преподавательский контингент. Кроме того, по инициативе кафедры Федеральным агентством по образованию РФ было принято решение о проведении на базе кафедры Э-9 Всероссийских студенческих олимпиад по техносферной безопасности среди технических вузов. С тех пор олимпиады проводятся ежегодно.

С начала 2009 г. на должность заведующего кафедрой избран д-р техн. наук, профессор **Геннадий Петрович Павлихин**. Кафедра вступила в новый этап своего развития. На ближайшие годы запланировано решение следующих основных задач:

- подготовка и издание новых учебников по охране окружающей среды, соответствующих новым государственным образовательным стандартам;



- привлечение работников промышленности к проведению различных форм учебного процесса на кафедре;
- более широкое участие сотрудников кафедры в конкурсах на получение учебно-методических и научно-технических грантов, в т.ч. международных;
- организация на кафедре учебно-методического центра по переподготовке и повышению квалификации специалистов отраслевых министерств и ведомств;

#### Список литературы

1. ЦАГМ (Центральный архив г. Москвы). Фонд № 1992. Опись № 4. Дело № 2. Московский механико-машиностроительный институт им. Баумана. Канцелярия // Том 2. Приказы директора института по основной деятельности за август – декабрь 1930 г. (на 112 листах).
2. ЦАГМ (Центральный архив г. Москвы). Фонд № 1992. Опись № 4. Дело № 725 (на 6 листах). Министерство высшего образования СССР. Московское высшее техническое училище им. Баумана. Кафедра техники безопасности. Программа кафедры по курсу «Основы техники безопасности и противопожарной техники» на 1955 г.
3. Программа курса «Охрана труда» для всех специальностей МВТУ им. Н.Э. Баумана / составитель Е.Я. Юдин. – М.: Ротапринт МВТУ, 1973. – 16 с.
4. **Козьяков А.Ф.** История становления дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» / А.Ф. Козьяков, В.С. Ванаев // Безопасность в техносфере. – 2009. – № 4 (19). – С. 60–68.
5. **Козьяков А.Ф.** История становления и развития дисциплины «Безопасность жизнедеятельности»: доклад // Материалы IV Всероссийского совещания заведующих кафедрами вузов по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды и Юбилейной учебно-методической конференции, посвященной 20-летию дисциплины «Безопасность жизнедеятельности». Часть 2. 21 – 26 сентября 2009 г. / А.Ф. Козьяков, В.С. Ванаев. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 192 с.

---

---

### Ростехнадзор прекращает государственные функции в сфере охраны окружающей среды

Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору в связи с опубликованием 22.09.2010 в «Российской газете» постановления Правительства Российской Федерации от 13.09.2010 № 717 «О внесении изменений в некоторые постановления Правительства Российской Федерации по вопросам полномочий Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации, Федеральной службы по надзору в сфере природопользования и Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору» с 30.09.2010 прекратила осуществление всех административных процедур в рамках исполнения государственных функций в сфере охраны окружающей среды в части, касающейся ограничения негативного техногенного воздействия, в области обращения с отходами, функций по организации и проведению государственной экологической экспертизы федерального уровня.

Указанное постановление Правительства РФ о новых полномочиях Минприроды России, Росприроднадзора и Ростехнадзора принято в связи с переподчинением последнего Правительству РФ.

В соответствии с постановлением функции в сфере экологической безопасности, которые ранее были распределены между двумя службами – Росприроднадзором и Ростехнадзором, теперь сосредоточены в одном ведомстве – Росприроднадзоре, входящем в систему Минприроды России.

Руководителю Росприроднадзора Владимиру Кириллову поручено наладить работу по осуществлению новых полномочий: исполнению государственных функций в сфере нормирования негативного техногенного воздействия, в т.ч. в области обращения с отходами, функций по организации и проведению государственной экологической экспертизы федерального уровня.

В настоящее время в системе Минприроды России сконцентрированы полномочия в сфере экологии по нормированию негативного воздействия на окружающую среду, обеспечению экологической безопасности и охране окружающей среды.

За Ростехнадзором в целях обеспечения радиационной безопасности сохранено осуществление разрешительной деятельности по обращению с радиоактивными отходами, а также по выбросам и сбросам радиоактивных веществ.

УДК 378

**ПОДГОТОВКА КАДРОВ ПО ТЕХНОСФЕРНОЙ  
БЕЗОПАСНОСТИ В МГТУ ИМ. Н.Э. БАУМАНА  
(к 80-летию кафедры  
«Экология и промышленная безопасность»)**

**STAFF TRAINING ON TECHNOSPHERE SAFETY AT THE MSTU  
NAMED AFTER N.E. BAUMAN  
(for the 80<sup>th</sup> Anniversary of the Department  
“Ecology and industrial safety”)**

**Е.Г. Юдин**, первый проректор – проректор по учебной работе, канд. техн. наук, доцент,  
**С.В. Коршунов**, проректор по учебно-методической работе, заместитель председателя УМО,  
канд. техн. наук, доцент,

**Г.П. Павлихин**, заведующий кафедрой, председатель УМС, д-р техн. наук, профессор,

**В.А. Девисилов**, заместитель председателя УМС, канд. техн. наук, доцент,  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

**E.G. Yudin**, First Prorector – Prorector for Academic Affairs, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,

**S.V. Korshunov**, Prorector for Teaching and Studies, Deputy Chairman of the Teaching and Studies Department, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,

**G.P. Pavlikhin**, Department Chairman, chairman of the Teaching and Studies Council, Doctor of Technical Sciences, Professor,

**V.A. Devisilov**, deputy chairman of the Teaching and Studies Council, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,  
Bauman Moscow State Technical University

---

**e-mail:** E9@bmstu.ru

*В статье дается информация о кафедре «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана, подготовке кадров в области экологической и промышленной безопасности, роли кафедры в становлении и развитии подготовки специалистов по защите окружающей среды и безопасности жизнедеятельности в России.*

*The article gives information about the Department “Ecology and industrial safety” at the MSTU named after N.E. Bauman, staff training in the sphere of ecological and industrial safety, the role of the department in establishing and developing the system of staff training on environment protection and life safety in Russia.*

**Ключевые слова:** высшее образование (higher education), экология (ecology), безопасность (safety), подготовка кадров (staff training), учебный процесс (teaching process), образовательные стандарты (educational standards)

### 1. Научная и учебная работа

Кафедре «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана 10 сентября 2010 г. исполнилось 80 лет. Это солидный возраст даже для кафедры университета, которому в этом году исполняется 180 лет. Кафедра «Техника безопасности», созданная в период индустриализации страны, за прошедшие годы из небольшой и одной из первых в стране кафедр, осуществляющих учебный процесс в области безопасности на производстве, трансформировалась в одну из

крупнейших выпускающих кафедр университета, возглавившую процесс становления и развития российской системы подготовки инженерных кадров в области защиты окружающей среды и различных направлений безопасности в техносфере.

Ныне кафедра имеет в своем составе 48 преподавателей, из которых 31 штатный сотрудник и 17 совместителей – ученых ведущих научных и учебных заведений Москвы, в т.ч. 7 докторов и 29 кандидатов наук, 9 профессоров и 30 доцентов.

Тематика и объем НИР кафедры в 2010 г.

№ п/п	Направление, тематика НИР	Руководитель, ответственный исполнитель	Объем, млн руб.
1	Исследование гидроциклонных и мембранных методов очистки воды	д-р техн. наук, профессор Г.П. Павлихин – руководитель	2,4
2	Флотационная обработка воды в процессе водоподготовки и водоотведения	д-р техн. наук, профессор Б.С. Ксенофонтов – руководитель	1,6
3	Снижение шума машин и оборудования	канд. техн. наук, доцент А.И. Комкин – ответственный исполнитель	2,0
4	Исследование гидродинамической вибрационной очистки высоковязких и неньютоновских жидкостей и разработка на его основе установки для восстановления кондиционных свойств отработанных нефтепродуктов. Разработка примерной программы БЖД и ООП	канд. техн. наук, доцент В.А. Девисиллов – руководитель	1,4
			2,0
<b>Всего:</b>			<b>9,4</b>

На кафедре работают 10 человек учебно-вспомогательного персонала, 5 аспирантов.

Площадь помещений кафедры составляет 370 м<sup>2</sup>, на которых расположены две учебные и три научные лаборатории, компьютерный класс, преподавательские кабинеты. Кроме того, кафедра имеет специализированную учебную аудиторию.

За последние три года сотрудниками кафедры опубликовано 45 статей в ведущих научных журналах, 18 учебников и учебных пособий. Среднегодовой объем научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, выполняемых под руководством сотрудников кафедры в рамках подразделений МГТУ им. Н.Э. Баумана, в последние годы составляет 7–9 млн руб. При этом ряд преподавателей ведут научную работу в рамках иных научных организаций или под руководством сотрудников других кафедр и подразделений университета. В таблице представлены тематика, руководители и объем НИР, выполняемых на кафедре в 2010 г.

Кроме того, в рамках продолжения традиционной научно-прикладной работы кафедры в области исследования, разработки и внедрения пористых сетчатых металлов отделом «Научно-производственный центр «КПСМ-Фильтр»» осуществляются руководство и координация комплексных работ по инновационной теме «Проект-КПСМ» со среднегодовым объемом в 15 млн руб. (см. статью на с. 34–37 данного номера журнала).

В настоящее время кафедра «Экология и промышленная безопасность» успешно ведет учебный процесс по двум общеуниверситетским дисциплинам «Экология» и «Безопасность жизнедеятельности», осуществляет руководство разделом «Безопасность и защита окружающей среды» итоговых квалификационных работ всех выпускников университета (в среднем ежегодный прием студентов в университет составляет 3300 чел.).

Кроме того, кафедра является выпускающей по двум специальностям: 280101.65 – «Безопасность жизнедеятельности в техносфере» и 280201.65 – «Охрана окружающей среды и рациональное ис-

пользование природных ресурсов». Ежегодный прием на эти специальности составляет 40 чел. (две учебные группы по 20 чел.). Впервые подготовка по специальности 280201.65 была начата в 1989 г. Первая группа в количестве 14 чел. была набрана из студентов других специальностей университета сразу на третий курс. До этого в рамках подготовки кадров по новым специальностям кафедрой ряд лет велась переподготовка кадров по второму высшему образованию в объеме 1200 ч.

К настоящему времени по специальности 280101.65 выпущен 221 инженер, а по специальности 280201.65 – 254 инженера-эколога. Все выпускники кафедры без труда нашли работу, причем подавляющее большинство трудоустроились по специальности. Требования к уровню подготовки специалистов высокие, за 5 лет 6 месяцев учебы студенты должны освоить сложную учебную программу, включающую фундаментальную математическую и естественно-научную подготовку и насыщенную профильную подготовку, включающую 4 практики, 7 курсовых проектов и работ. Поэтому, к сожалению, далеко не все поступающие успешно завершают учебу. Однако те, кто преодолел все барьеры и сложности учебного плана, получают образование высокого уровня, отличающее марку бауманца, которая пользуется высоким спросом на рынке труда. Например, в 2010 г. из 40 чел., поступивших на первый курс, успешно защитили выпускные квалификационные работы 27 чел., из которых 2 чел. получили диплом с отличием. В отзывах председателей ГАК (по специальности 280101.65 – начальник отделения «Декларирование промышленной безопасности и оценка риска» ЗАО НТЦ «Промышленная безопасность» д-р техн. наук М.В. Лисанов, по специальности 280201.65 – заведующий кафедрой «Автоматизированное конструирование машин и аппаратов» МГУ инженерной экологии, д-р техн. наук, профессор А.С. Тимонин) отмечаются высокий уровень ВКР, актуальность и внедренческая направленность выпускных работ. Не случайно в 2010 г. ВКР были оценены ГАК так: 14 – «отлично», 11 – «хорошо», 2 – «удовлетворительно».

ВКР носят объемный и законченный характер, включают обзорно-постановочный, научно-исследовательский, расчетный и проектно-конструкторский, технологический разделы и специальный раздел, посвященный безопасности труда и анализу риска. Такой объем работ студенту удастся выполнить потому, что ВКР интегрирует в себе ранее выполненные работы в рамках курсовых проектов и работ, самостоятельной научной работы студентов под руководством преподавателей. Контролируемая самостоятельная работа студентов, предусматривающая семестровую отчетность перед кафедральной комиссией, является обязательным компонентом учебного процесса начиная с 3-го курса.

В практику учебного процесса на кафедре все шире внедряется метод проектов [1], при котором научно-исследовательская и проектно-конструкторская работа студентов осуществляется в составе команды преподавателей, аспирантов и студентов в рамках реальных научных и проектных работ, выполняемых под руководством преподавателей кафедры. Это мотивирует студентов на учебный процесс и качественные работы. Студенты являются соавторами научно-технических отчетов, научных статей, докладов на конференциях.

Кафедральный сайт (<http://mhts.ru>) ориентирован прежде всего на студентов и содержит обширную информацию, которые студенты университета активно используют в учебной, исследовательской и проектной работе. Решением кафедры намечено обновление сайта с ориентацией его не только на студентов, но и на абитуриентов, преподавателей и научных работников, предусмотрено создание в рамках сайта портфолио преподавателей, студентов и выпускников кафедры [1].

В учебном процессе и научных работах расширяется международное сотрудничество кафедры. Преподаватели и студенты, показывающие успехи в учебе и научной работе, проходят стажировки за рубежом: Франция, Германия, Италия, Норвегия. Сведения о последнем реализуемом международном проекте представлены на с. 13–16 данного номера журнала.

В настоящее время на кафедре в основном готовятся дипломированные специалисты, число бакалавров и магистров ограничено. С 2011 г. кафедра в соответствии с новым перечнем направлений и ФГОС по направлению «Техносферная безопасность» переходит в полном объеме на двухступенчатую систему подготовки по схеме «бакалавр – магистр». Кафедра будет готовить бакалавров по следующим профилям: безопасность жизнедеятельности в техносфере, инженерная

защита окружающей среды, охрана природы и ресурсосбережение, безопасность труда. Подготовка магистров будет осуществляться по нескольким инновационным образовательным программам, гармонизированным европейскими образовательными системами. В настоящее время разработка основных образовательных программ (ОПП) подготовки бакалавров и магистров находится в завершающей стадии. Указанными программами предусмотрен эволюционный переход на инновационную асинхронную модульную балльно-рейтинговую систему, основанную на накоплении учебных кредитов (зачетных единиц).

## 2. Учебно-методическая работа

Учебно-методическая работа кафедры широко известна в российских вузах. Управление разработкой федеральных государственных образовательных стандартов, требований по учебно-методическому и материально-техническому обеспечению учебного процесса осуществляется Минобрнауки России до настоящего времени в рамках системы учебно-методических объединений. В составе Учебно-методического объединения вузов по университетскому политехническому образованию создан учебно-методический совет (МС) «Техносферная безопасность», руководство и организация работы советом возложены на кафедру «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Минобрнауки России программное и методическое обеспечение дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» поручено Научно-методическому совету (НМС) по безопасности жизнедеятельности, созданному по приказу Минобрнауки России № 2995 от 21.08.2001 г.

Этим приказом базовым вузом НМС определен МГТУ им. Н.Э. Баумана, а организация его работы возложена на кафедру.

Руководством УМО деятельность УМС «Техносферная безопасность» неоднократно отмечалась как одна из наиболее активных и успешных среди подразделений УМО. Не будем останавливаться на прошлой деятельности УМС, она достаточно полно отражена в [2]. Укажем только, что кафедра являлась инициатором введения в России системы номенклатурного образования, разработчиком ныне действующей программы «Безопасность жизнедеятельности», преподаватели кафедры являлись авторами первого учебника по этой дисциплине. Именно по инициативе УМС были введены новые специальности и направления в систему высшего образования, разработаны государственные образовательные стандарты, примерные учебные планы и методическое

обеспечение новых образовательных программ. А это не много не мало, а четыре новые специальности и одно направление двухуровневой подготовки по схеме «бакалавр – магистр». Именно в результате и благодаря этой работе новые специальности открыты в 150 вузах страны, а подготовка специалистов в области различных аспектов техносферной безопасности достигает нескольких тысяч человек ежегодно. Учебно-методическим советом «Техносферная безопасность» проведена экспертиза всех вузов, в которых открыты новые образовательные программы, и подготовлены экспертные заключения, выполнено рецензирование десятков уже изданных учебников и учебных пособий на предмет присвоения грифов различного уровня, оказана методическая помощь в организации учебного процесса. Организовано проведение более 50 заседаний Учебно-методического совета, разработаны и изданы методические рекомендации по материально-техническому обеспечению учебного процесса, содержанию и методике аттестационных испытаний, создан фонд оценочных средств.

И это далеко не вся деятельность УМС, возглавляемого кафедрой «Экология и промышленная безопасность». Повседневная работа включает в себя более обширный список дел.

Только за последние три года (2007–2010 гг.) кафедрой выполнены следующие основные виды учебно-методической работы, которые уже внедрены в практику российского высшего образования:

- выполнена работа по двум научно-методическим темам по заданию Минобрнауки России общим объемом 5,5 млн руб. (руководители: С.В. Белов, затем Г.П. Павлихин и В.А. Девисилов);
- разработана компетентностная структура для направления подготовки «Техносферная безопасность» [3, 4];
- в рамках УМС разработаны Федеральные государственные образовательные стандарты высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) для бакалавров и магистров по направлению подготовки «Техносферная безопасность» (стандарты утверждены) [5, 6];
- разработан в сотрудничестве с Академией государственной противопожарной службы МЧС России проект ФГОС по специальности «Пожарная безопасность» (находится на утверждении в Минобрнауки России);
- по заданию Минобрнауки России разработана новая инновационная примерная программа дисциплины «Безопасность жизнедеятельности», которая была разработана одной из первых среди ана-

логичных программ других федеральных дисциплин в соответствии с требованиями современной образовательной парадигмы (модульная балльно-рейтинговая структура и вариативное содержание для всех видов учебной работы), программа получила положительные заключения ведущих научных учреждений профильных министерств, вузов и положительно оценена в Минобрнауки России, программа внедряется в вузах, авторские коллективы приступили к написанию новых учебников по ней [7, 8, 9];

- разработана концепция национальной системы ноксологического образования (образовательной политики в области безопасности), которая направлена в Госдуму ФС РФ, Минобрнауки, Минздравсоцразвития, МЧС России, Ростехнадзор [10, 11, 12].

Деятельность УМС, возглавляемого кафедрой «Экология и промышленная безопасность» (председатель Г.П. Павлихин, заместитель председателя В.А. Девисилов, ученый секретарь Е.Н. Симакова) проводит непрерывный мониторинг состояния образования в области безопасности, выявляет проблемы и координирует работу по их решению [13, 14].

### 3. Заключение

За прошедшие 80 лет со дня образования кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана прошла большой путь и стала одной из ведущих кафедр по образованию в области безопасности. В настоящее время перед коллективом кафедры и Учебно-методическим советом «Техносферная безопасность» стоит архиважная и не менее сложная задача разработки примерных и внутривузовских инновационных основных образовательных программ по утвержденным ФГОС направлениям «Техносферная безопасность», которые должны соответствовать современным подходам к организации учебного процесса в рамках новой образовательной парадигмы. Не вызывает сомнения, и это подтверждают события последнего времени в мире и России, что важность образования и компетенций в области безопасности, ноксологической и экологической культуры будет только возрастать [15]. Поэтому кафедры, ведущие образовательную деятельность в области безопасности, будут приобретать все большую значимость. Коллективу кафедры «Экология и промышленная безопасность» предстоит большая работа по развитию МГТУ им. Н.Э. Баумана как инновационного научно-исследовательского университета.

Желаем сотрудникам кафедры новых успехов в развитии ноксологического образования.

**Список использованной литературы**

1. **Девисилов В.А.** Портфолио и метод проектов как педагогическая технология мотивации и личностно ориентированного обучения в высшей школе / В.А. Девисилов // Высшее образование сегодня. – 2009. – № 2. – С. 29–34.
2. **Белов С.В.** Роль МГТУ им. Н.Э. Баумана в создании и совершенствовании российской системы образования в области безопасности жизнедеятельности / С.В. Белов, В.А. Девисилов, С.В. Коршунов // Безопасность жизнедеятельности. – 2003. – № 1. – С. 7–14.
3. **Девисилов В.А.** Компетенции по безопасности жизнедеятельности в стандартах высшего образования / В.А. Девисилов, Г.П. Павлихин // Высшее образование в России. – 2009. – № 7. – С. 178–180.
4. **Девисилов В.А.** Компетенции в области безопасности в структуре новых стандартов высшего образования / В.А. Девисилов // Стандарты и мониторинг в образовании. – 2008. – № 5.
5. **Павлихин Г.П.** Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки «Техносферная безопасность». Квалификация (степень) «бакалавр» / Г.П. Павлихин [и др.] // Безопасность в техносфере. – 2009. – № 4. – С. 34–46.
6. **Павлихин Г.П.** Федеральный государственный образовательный стандарт высшего профессионального образования по направлению подготовки «Техносферная безопасность». Квалификация (степень) «магистр» / Г.П. Павлихин [и др.] // Безопасность в техносфере. – 2009. – № 4. – С. 47–59.
7. **Девисилов В.А.** Принципы проектирования примерной программы дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» и технология обучения / В.А. Девисилов // Безопасность в техносфере. – 2009. – № 4. – С. 22–33.
8. **Девисилов В.А.** Дисциплина «Безопасность жизнедеятельности» в системе высшего профессионального образования / В.А. Девисилов // Образование и наука. Известия Уральского отделения РАО. – 2009. – № 5. – С. 91–104.
9. **Девисилов В.А.** Примерная программа дисциплины (курса) «Безопасность жизнедеятельности» (проект для всех направлений высшего профессионального образования – бакалавриата и специалитета) / В.А. Девисилов // Безопасность в техносфере. – 2010. – № 1. – С. 48–62; 2010. – № 2. – С. 52–64.
10. **Белов С.В.** Российская концепция непрерывного многоуровневого образования в области безопасности жизнедеятельности / С.В. Белов, В.А. Девисилов // Безопасность жизнедеятельности. – 2005. – № 4. – С. 4–9.
11. **Девисилов В.А.** Концептуальные основы образования в области безопасности / В.А. Девисилов // Высшее образование в России. – 2008. – № 9. – С. 27–31.
12. **Девисилов В.А.** Концепция национальной образовательной политики в области безопасности. / В.А. Девисилов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 32 с.
13. **Белов С.В.** Российская система подготовки высших профессиональных кадров в области техносферной безопасности / С.В. Белов, В.А. Девисилов // Экология и промышленность России. – Июнь 1999. – С. 19–23.
14. **Павлихин Г.П.** Образование в области безопасности жизнедеятельности: состояние, проблемы, задачи / Г.П. Павлихин, В.А. Девисилов, Е.Н. Симакова // Безопасность в техносфере. – 2009. – № 4. – С. 4–7.
15. **Девисилов В.А.** Системное нокологическое образование как фактор обеспечения безопасности в обществе риска / В.А. Девисилов // Безопасность труда в промышленности. – 2010. – № 5. – С. 55–61.

---

**Инновационный центр «Сколково» будет жить по другим законам,  
нежели остальная Россия**

Федеральным законом от 28.09.2010 № 243-ФЗ «Об инновационном центре “Сколково”» в Бюджетный кодекс РФ, Налоговый кодекс РФ, Федеральный закон «О бухгалтерском учете», Федеральный закон «О лицензировании отдельных видов деятельности», Федеральный закон «О пожарной безопасности», Закон РФ «Об образовании», Основы законодательства РФ об охране здоровья граждан и в некоторые другие законодательные акты включены правовые нормы, регулирующие осуществление на территории инновационного центра «Сколково» налогообложения, ввоза и вывоза иностранных товаров, градостроительной деятельности, технического регулирования, предотвращения чрезвычайных ситуаций, оказания медицинской помощи и образовательных услуг.

В частности, в Налоговый кодекс РФ внесены нормы, устанавливающие основания и процедуры освобождения

от исполнения обязанностей налогоплательщика организации, получившей статус участника проекта по осуществлению исследований, разработок и коммерциализации их результатов; в Федеральный закон «О бухгалтерском учете» – норма, в соответствии с которой при определенных условиях участники проекта «Сколково» освобождаются от обязанности ведения бухгалтерского учета, а в Федеральные законы «Об обязательном пенсионном страховании в Российской Федерации» и «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного медицинского страхования» – нормы, устанавливающие тарифы страховых взносов, уплачиваемые при определенных условиях организациями – участниками проекта «Сколково».

УДК 378

## ПРОЕКТ КОМИССИИ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА «СЕТЬ ПОДГОТОВКИ МАГИСТРОВ ПО ТЕХНОЛОГИЯМ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ»

### THE PROJECT OF THE COMMISSION OF THE EUROPEAN UNION "NETWORK OF TRAINING MASTERS OF WATER RESOURCES MANAGEMENT TECHNOLOGIES"

*Г.П. Павлихин, заведующий кафедрой, д-р техн. наук, профессор,  
Л.А. Резчикова, руководитель Центра международной академической мобильности,  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана*

*G.P. Pavlikhin, Department Chairman, Doctor of Technical Sciences, Professor,  
L.A. Rezchikova, Head of the Centre of international academic mobility,  
Bauman Moscow State Technical University*

**e-mail:** E9@bmstu.ru

*В статье приведено содержание проекта Комиссии Европейского Союза по подготовке магистров в области технологий управления водными ресурсами с участием вузов четырех стран, в том числе Российской Федерации. Показаны основные направления реализации этого проекта в МГТУ им. Н.Э. Баумана.*

*The article gives the content of the project of the Commission of the European Union on training masters of water resources management technologies with the participation of universities from four countries, including the Russian Federation. Described are the main spheres of realization of this project at the MSTU named after N.E. Bauman.*

**Ключевые слова:** международное сотрудничество (international collaboration), высшее образование (higher education), магистратура (Master's degree programme), управление (management), водные ресурсы (water resources), подготовка кадров (staff training), Европейский союз (the European Union)

**В** декабре 2009 г. было принято решение Правительства РФ о специальностях, по которым будет проводиться подготовка дипломированных специалистов. В соответствии с данным постановлением последний набор на подготовку дипломированного специалиста по специальности «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» состоится летом 2010 г., а с сентября 2011 г. начинается подготовка только бакалавров и магистров. При этом учебный план подготовки бакалавра (в течение четырех лет) в МГТУ им. Н.Э. Баумана во многом совпадает (и качественно, и количественно) с учебным планом первых четырех лет обучения дипломированного специалиста. В то же время учебный план подготовки (в течение двух лет) магистра по структуре значительно отличается от структуры учебного плана последних двух лет обучения дипломированного специалиста. Кроме того, в соответствии с новым Государственным образовательным стандартом (третья редакция) в учебном плане магистра существен-

но уменьшена аудиторная работа и увеличены самостоятельная подготовка, выполнение лабораторных работ, научно-исследовательская работа студентов и т.п.

Несмотря на то что в некоторых вузах России имеет место подготовка небольшого количества магистров в области охраны окружающей среды, в настоящее время не существует достаточного опыта по формированию учебного плана и реализации подготовки магистров. Поэтому необходим осмысленный опыт как формирования учебного плана и учебных программ подготовки магистра, так и их практической реализации.

В течение нескольких лет МГТУ им. Н.Э. Баумана, Тамбовский государственный технический университет и университет г. Генуя (Италия) готовили заявку на проект программы Tempus по подготовке магистров в области управления водными ресурсами. В декабре 2009 г. Комиссия Европейского союза выделила трехлетний грант 159311-TEMPUS-1-2009-IT-TEMPUS-JPCR на выполнение проекта «Сеть подготовки магистров

## Представляем кафедру Presenting the Department

---

по технологии управления водными ресурсами», координатором которого является университет г. Генуя.

Участниками проекта являются организации из четырех стран: России, Италии, Англии и Словакии.

**Россия** – МГТУ им. Н.Э. Баумана (координатор российских участников), Тамбовский государственный технический университет, Московский государственный университет землепользования, Ставропольский государственный аграрный университет, Владимирский государственный университет, Уральский федеральный университет имени Б.Н. Ельцина, Тамбовская региональная администрация; Агентство по обеспечению качества высшего образования и карьерного роста, Москва; Союз промышленников и предпринимателей Свердловской области; фирма «Баромембранные технологии» (г. Владимир) и Министерство природных ресурсов и защиты окружающей среды Ставропольского края.

**Италия** – Università degli Studi di Genova, фонд AMGA и администрация провинции Генуя.

**Англия** – университет Middlesex, г. Лондон.

**Словакия** – Словацкий технический университет, г. Братислава.

Главными задачами указанного проекта являются создание и реализация новой образовательной программы магистратуры по технологиям обработки воды, сточных вод и управления водными ресурсами. Впервые в российской практике подготовки специалистов по охране окружающей среды будет реализована более узкая специализация – технологии защиты водных объектов.

На первой стадии реализации проекта состоялось два координационных собрания, соответственно в Москве и в Генуе. Обсуждались организационные вопросы и были определены две рабочие группы участников проекта: молодых преподавателей, которые пройдут переподготовку в университетах Европы и будут впоследствии задействованы в процессе реализации магистерской программы, и преподавателей с опытом, которые должны посетить европейские университеты, чтобы в дальнейшем осуществлять подготовку магистров с учетом Болонского процесса. Затем европейские партнеры посетили российские университеты для оценки их возможности и потенциала, сделали презентацию основных видов и результатов деятельности проекта, а также провели собеседования с молодыми преподавателями и более детально ознакомили их с предстоящим обучением.

Координатором проекта является Университет г. Генуя, а научным руководителем – профес-

сор факультета химии и промышленной химии этого университета Густаво Капаннелли, который предложил проект будущей программы подготовки магистров на основе программы «Магистр-2», преподаваемой им в своем университете. Эта программа имеет три составляющие:

- **базовые курсы**, которые позволят студентам разных специальностей получить знания равного уровня, а реализуемые лабораторные работы привьют навыки и дадут практические знания для изучения специальных предметов;

- **курсы по специальности** для изучения профессиональных знаний, поскольку профильные модули по очистке воды включают традиционные и инновационные технологии, при этом углубленное изучение разработки комплексных (интегрированных) мембранных технологий для повышения качества водных ресурсов создаст перспективы для дальнейшего развития будущих специалистов;

- **практика** обеспечит необходимые практические навыки в реальных условиях на предприятии, в научной лаборатории или исследовательском институте.

**Основными модулями предлагаемой пилотной программы магистратуры** предложены:

- мониторинг и аналитический контроль воды (6 + 6 кредитов ECTS);

- экология и рациональное использование воды (6 кредитов ECTS);

- гидравлика и гидротехнология (6 + 6 кредитов ECTS);

- обработка воды и сточных вод (6 + 6 кредитов ECTS);

- мембраны и мембранные технологии (6 + 6 кредитов ECTS);

- изучение конкретного случая (case study) на примере промышленного предприятия (6 кредитов ECTS);

- практика (30 кредитов ECTS);

- английский язык (6 кредитов ECTS);

- курсы по выбору (4 x 6 кредитов ECTS).

Анализ предложенного Итальянским координатором учебного плана подготовки магистров показывает, что некоторые из его курсов изучаются нашими студентами в бакалавриате, т.е. на 3-м или 4-м курсах. Тем не менее, этот учебный план в целом соответствует российской концепции подготовки магистров, и каждый из трех российских вузов начал его коррекцию с учетом существующего в каждом университете учебного плана по рассматриваемой специальности.

Пилотная магистерская программа, в подготовке которой будут использованы потенциал и опыт всех участников проекта, началась 1 сентября 2010 г.

в трех российских университетах: МГТУ им. Н.Э. Баумана (с участием нескольких магистрантов из Владимирского государственного университета), Тамбовском государственном техническом университете и Уральском федеральном университете им. Б.Н. Ельцина. Весной 2010 г. двадцать молодых преподавателей из шести российских университетов были направлены в Геную, где в течение двух месяцев прошли интенсивный курс обучения на факультете химии и промышленной химии университета, сдали экзамены и зачеты по инновационным мембранным технологиям обработки питьевой воды и сточных вод. Практический опыт получен ими как на российских предприятиях, так и в научных лабораториях и центрах в г. Братиславе и г. Лондоне. Подготовка преподавателей завершилась письменной работой и получением сертификата университета г. Генуя. Далее началась разработка учебного плана курсов. В соответствии с принципами Болонского процесса структура программы магистратуры должна включать модули учебных курсов, нагрузка которых оценивается в европейской системе зачета кредитных единиц (ECTS-European Credit Transfer System), т.е. 120 кредитов за два года.

В начале 2011 г. все университеты приступят к разработке шести новых учебных пособий в области технологий обработки воды и управления водными ресурсами (200 экземпляров), которые будут изданы на русском и английском языках к сентябрю 2011 г. Завершится 2011 г. созданием учебных лабораторий по технологиям обработки воды и управления водными ресурсами в каждом из университетов. Для этих целей грантом предусмотрены средства на приобретение оборудования и приборов для очистки и контроля качества воды, а в Италии и Словакии будет проведен краткосрочный курс обучения инженеров, которые будут заниматься поддержкой оборудования в состоянии, необходимом для проведения учебных занятий.

По окончании первого года подготовки магистров по экспериментальной программе будет проведен анализ содержания модулей и методологии обучения. Будут переосмыслены и вынесены на обсуждение вопросы, касающиеся обновления содержания учебных планов и модулей, проверки и механизма оценки учебных программ, разработан механизм регулирования преподавательской нагрузки, а также осуществлена обратная связь по рекомендациям федеральных служб и представителей заинтересованных организаций.

Официальная аккредитация программы и ее оценка экспертами и/или представителями орга-

низаций консорциума открывают новые возможности как для будущих студентов, так и для работодателей. И те, и другие смогут получать информацию на сайтах всех членов консорциума. Летние/зимние школы-семинары, финальная конференция и поддержка результатов проекта через создание служб передачи инновационных технологий в каждом российском университете позволят постоянно показывать реализованную программу подготовки магистров и создадут платформу для развития международной и внутренней мобильности преподавателей, ученых, аспирантов и студентов как с партнерами по проекту, так и с другими зарубежными вузами.

Несколько слов о вкладе каждого из участников проекта.

**Университет г. Генуя (Италия)** как головной координатор проекта предложил проект пилотной программы подготовки магистров по современным технологиям обработки воды, разработанной и реализованной им совместно с местными органами управления и предприятиями. Указанная программа имеет очень хороший рейтинг в Италии со стороны основных потребителей выпускаемых магистров.

**Технический университет г. Братислава** предложил использовать их опыт подготовки магистров по обработке воды и очистке сточных вод, городской дренажной системы, сбора сточных вод, контроля водных загрязнений и т.д. Для закрепления теоретических знаний партнеры из Словакии предлагают свои исследовательские лаборатории для прохождения студенческой стажировки.

**Университет Middlesex, г. Лондон**, имеет Исследовательский центр для оценки риска наводнений, в котором группа ученых работает над улучшением политики в области решения вопросов по управлению водными ресурсами. Особое внимание уделяется связи между изменением окружающей среды и социально-экономическими аспектами поведения человека. Центр работает с 1970 г. и является одним из самых опытных в области управления окружающей средой и водными ресурсами. В центре трудятся ученые – социологи, географы, экономисты и экологи. Английские партнеры организуют стажировки и редактирование учебных пособий на английском языке и являются внешними экспертами в вопросах разработки и обеспечения качества учебных программ в соответствии с принципами Болонского процесса и использованием Tuning-методологии.

**Фонд AGMA (Италия)**, основанный в 2003 г., ориентирован на продвижение инициатив по охране окружающей среды и, в частности, водных

## Представляем кафедру Presenting the Department

---

ресурсов и управления ими. Поэтому он может быть использован для распространения результатов проекта и его устойчивого развития в дальнейшем.

Шесть российских университетов разрабатывают и реализуют (три вышеуказанных университета) программу магистратуры, а также проводят исследования в области мембранной очистки воды и участвуют в совместном написании вышеуказанных учебников. При этом каждый из трех университетов, начавших обучение магистров, уже начал формирование содержания шести учебников. Кроме того, все российские вузы – участники проекта активно работают с фирмой «Баромембранные технологии», г. Владимир.

Агентство АККОРК проводит внутренний мониторинг внедряемой программы с точки зрения качества обучения.

Союз промышленников и предпринимателей Свердловской области в г. Екатеринбурге представляет интересы региональных предпринимателей и способствует интернационализации рынка. Как координатор реализации социально-ориентированной политики, имеющий восемь

филиалов в регионе, он объединяет работодателей, которые заинтересованы в специалистах.

Фирма «Баромембранные технологии» обеспечивает места для прохождения стажировок на этапе обучения молодых преподавателей. Кроме того, она поставит различного типа оборудование и приборы для очистки и контроля качества воды на средства, предусмотренной сметой рассматриваемого проекта.

Министерство природных ресурсов и защиты окружающей среды Ставропольского края, отвечающее за улучшение управления в области рационального использования природных ресурсов, защиты окружающей среды и экологическую безопасность, осуществляет федеральные политику, управление и контроль, а также поддерживает подготовку профессиональных кадров со степенью магистра по предлагаемому профилю.

В настоящее время в реализации этого проекта Tempus активно участвуют более десяти преподавателей, аспирантов и студентов кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана.

---

### Принят Федеральный закон «Об инновационном центре «Сколково»

Федеральным законом от 28.09.2010 № 244-ФЗ определены основные направления исследовательской деятельности инновационного центра «Сколково», особенности деятельности участников проекта, а также права и обязанности управляющей компании центра – российского юридического лица, на которое в установленном Президентом РФ порядке будет возложена реализация проекта.

В частности, установлено, что управляющая компания является собственником земельных участков в границах территории центра и объектов инфраструктуры центра. Она утверждает основной правовой акт, устанавливающий совокупность прав и обязанностей лиц, участвующих в реализации проекта, – «правила проекта». Управляющая компания утверждает документы, которые применяются вместо генерального плана поселения, правил землепользования и застройки, а также документацию по планировке территории на основании таких документов.

Предусмотрено, что управляющая компания вправе оказывать участникам проекта услуги таможенного брокера, осуществлять от их имени и по поручениям уплату таможенных платежей (при этом установлено, что затраты участников проекта на уплату таможенных пошлин, а также на уплату НДС при ввозе товаров возмещаются им в виде субсидий путем их перечисления управляющей компанией).

В соответствии с Законом, **управляющая компания вправе определять технические регламенты, санитарно-эпидемиологические правила и другие аналогичные документы, которыми соответствующие правоотношения регулируются на территории центра.**

Она (либо ее дочерние общества) также оформляет приглашения на въезд в РФ иностранных граждан для работы в центре, утверждает правила осуществления медицинской и образовательной деятельности на

территории центра и выдает разрешения на осуществление этих видов деятельности (медицинская деятельность на территории центра осуществляется частными медицинскими организациями, образовательная – негосударственными образовательными учреждениями), согласовывает в письменной форме установку на территории центра наружной рекламы. Отчет о своей деятельности управляющая компания обязана ежегодно размещать в сети Интернет.

Полномочия федеральных органов исполнительной власти (внутренних дел, налоговых и таможенных, санэпиднадзора и т.д.) на территории центра будут осуществляться специально созданными подразделениями.

Статус участника проекта юридические лица получают на десять лет, исчисляемых со дня включения их в специальный реестр. Порядок принятия решения о включении юридического лица в реестр утверждает управляющая компания. Участник проекта может быть исключен из реестра досрочно, в частности, в связи с нарушением им правил проекта.

Среди прочих требований, предъявляемых к участникам проекта, установлен перечень направлений осуществляемой ими исследовательской деятельности, которыми определены: энергоэффективность и энергосбережение, в т.ч. разработка инновационных энергетических технологий; ядерные технологии; космические технологии, прежде всего в области телекоммуникаций и навигационных систем; медицинские технологии; стратегические компьютерные технологии и программное обеспечение.

Закон вступает в силу со дня его официального опубликования. Норма закона, устанавливающая, что постоянно действующий исполнительный орган юридического лица – участника проекта должен постоянно находиться именно на территории центра, вступает в силу с 1 января 2014 года.

УДК 534.833.5

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ ШУМА СИСТЕМОЙ ВЫПУСКА АВТОМОБИЛЯ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

## RESEARCHES OF THE SOUND RADIATION BY THE EXHAUST SYSTEM OF A CAR THROUGH THE FINITE ELEMENT METHOD

**А.И. Комкин**, доцент, канд. техн. наук,

**А.А. Аграфонова**, студентка,

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

**A.I. Komkin**, Assistant Professor, Candidate of Technical Sciences,

**A.A. Agrafova**, student,

Bauman Moscow State Technical University

**e-mail:** E9@mx.bmstu.ru

*Работа посвящена исследованию излучения шума на срезе выпускной трубы автомобиля. Расчеты проводились методом конечных элементов. При расчетах определялись диаграмма направленности излучения и его спектральные характеристики. Рассматривались два типа насадок и их комбинации. Была установлена акустическая эффективность насадок и проведен их сравнительный анализ.*

*The work is dedicated to the research of the sound radiation at the cut of the exhaust pipe of a car. The designs were carried out by the finite element method. While designing the directivity pattern of radiation and its spectral characteristics were identified. Two types of exhaust tips and their combinations were considered. The acoustic efficiency of the tips was specified and their comparative analysis was carried out.*

**Ключевые слова:** автомобиль (automobile), система выпуска (exhaust system), излучение шума (sound radiation), метод конечных элементов (finite element method), расчет (design), диаграмма направленности (directivity pattern), вносимые потери (insertion loss)

### 1. Введение

Внешним шум относится к основным показателям, определяющим техническое совершенство автомобиля, и требования к этому показателю постоянно ужесточаются. Одним из основных источников внешнего шума автомобиля является шум системы выпуска. Вместе с тем, шум системы выпуска зависит от очень многих параметров, и, прежде всего, от характеристик двигателя внутреннего сгорания, типа размещенных в системе выпуска глушителей шума, от параметров газового потока, температура которого сильно меняется по мере прохождения им выпускной системы. Все это приводит к тому, что акустический расчет системы выпуска на этапе ее проектирования представляет собой очень сложную задачу, решение которой в полном объеме – дело лишь отдаленного будущего. При этом основной упор будет делаться на использование численных методов расчета.

Впервые обстоятельный теоретический анализ излучения звука на срезе круглой трубы без флан-

ца проведен Левиным и Швингером [1]. В этой основополагающей работе получены аналитические выражения для модуля коэффициента отражения  $|R|$  от открытого конца трубы и присоединенной длины  $l_{пр}$ , определяющей потери энергии распространяющейся в трубе плоской волны на формирование на срезе трубы быстро затухающих высших мод звуковых колебаний. Аналогичный подход к рассмотрению данной проблемы был применен Л.А. Вайнштейном [2].

Позднее Дэвис и др. [4] предложили аппроксимирующие выражения как для модуля коэффициента отражения, так и для присоединенной длины. В [5] рассмотрен несколько иной подход к оценке коэффициента отражения, позволяющий получить для характеристик излучения более простые аналитические формулы [6]. Экспериментальная проверка теоретических оценок направленности излучения на срезе выпускной трубы была проведена в работах [7, 8].

Вместе с тем следует иметь в виду, что возможности аналитических методов расчета весьма

## Методы и средства обеспечения безопасности Methods and Means of Safety

ограниченны и могут быть применены только для нескольких простых конфигураций, к которым, помимо рассматриваемой системы, относится, например, труба с бесконечным фланцем [9]. Поэтому все чаще для этих целей используется численный метод конечных элементов, основанный на представлении исследуемой системы в виде совокупности дискретных (конечных) элементов с известными параметрами, заполняющих рассматриваемую пространственную конфигурацию. Решение задачи осуществляется с помощью матричных уравнений движения при соответствующих граничных условиях. Исследования излучения на срезе выпускной трубы численными методами проводились в работах [10, 11].

Основная цель данной работы состоит в исследовании с помощью численных методов излучения на срезе выпускной трубы, когда она оснащается специальными насадками, позволяющими получить в ряде частотных диапазонов некоторое снижение шума. При этом в начале исследовались особенности использования метода конечных элементов для расчета излучающих систем с известными характеристиками излучения, чтобы отработать «инструментарий», а затем этот метод был применен для расчета излучения на срезе трубы с насадками и полученные результаты расчетов проанализированы.

### 2. Расчётная модель

Модель выпускной трубы задавалась в виде отрезка круглой трубы длиной 700 мм, внутренним диаметром 50 мм и толщиной стенки 2 мм, открытой с одной стороны и закрытой с другой плоским поршневым излучателем, колеблющимся по гармоническому закону с единичной амплитудой скорости (1 м/с) в исследуемом диапазоне частот. Открытый конец трубы выходил в область, внешняя поверхность которой состояла из конечных элементов, имитирующих бесконечное пространство, что соответствовало условию равенства нормального импеданса на этой поверхности  $z$  характеристическому импедансу воздушной среды  $z = \rho c$ , где  $\rho$  – плотность воздуха;  $c$  – скорость звука в воздухе. Расчетная модель создавалась в программе ANSYS в виде чертежа сечения трубы и окружающей выходной конец трубы прямоугольной области с размерами 0,7 на 1,4 м (рис. 1), в которой затем и проводилось исследование создаваемого излучателем звукового поля.

Затем выбранная область модели разбивалась сеткой на множество конечных элементов, минимальный размер которых ограничивался. При этом очевидно, что чем мельче сетка разбиения, тем точнее будет проведен последующий расчет. С помо-

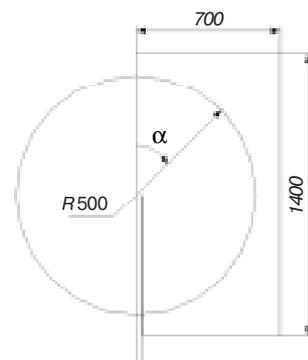


Рис. 1. Расчетная модель

щью функции автоматического разбиения была получена неоднородная сетка с более крупными ячейками внутри области расчетной модели и выдержанным минимальным размером элементов разбиения вблизи краев области. Также была использована возможность изменения минимального размера элементов разбиения для более точного расчета областей у кромок стенки модели трубы (рис. 2).

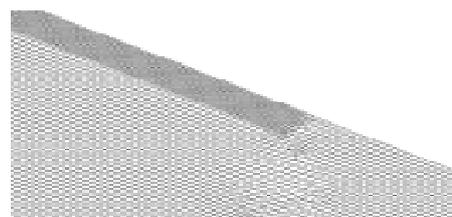


Рис. 2. Фрагмент разбиения модели на конечные элементы

После разбиения расчетная модель импортировалась в программу SYSNOISE для проведения численных расчетов, где по профилю посредством поворота вокруг оси, совпадающей с продольной осью трубы, преобразовывалась в осесимметричную трехмерную модель, в которой затем задавались граничные условия и проводились акустические расчеты с определенным шагом по частоте.

В работе были апробированы три варианта расчетных моделей, отличающихся способом задания граничных условий и особенностями сеточного разбиения исследуемой пространственной области модели, что отражено в данных, представленных в табл. 1.

Таблица 1

Варианты построения расчетных моделей

Вариант	Граничные условия на поршне	Вид разбиения модели
1	Абсолютно жесткая поверхность	Минимальный размер элементов разбиения внутри трубы – 2 мм, вне трубы – 3 мм
2	Поверхность с нормальным импедансом $z = \rho c$	Минимальный размер элементов разбиения всей модели – 4 мм
3		

### 3. Излучение на срезе выпускной трубы

На первом этапе было исследовано звуковое поле, формируемое излучением на срезе «голой» трубы без насадок. По результатам расчетов на дискретных частотах были получены цветные диаграммы распределения звукового давления в исследуемой области открытого пространства, когда весь динамический диапазон значений звукового давления разбивался на области, каждой из которых присваивался свой цвет от красного для области высокого звукового давления до синего для области низкого звукового давления. Они представлены на рис. 3 (см. 3-ю страницу обложки), где рядом с диаграммами приведена шкала соответствия цветов и значений звукового давления. Для того чтобы можно было зрительно сравнить картину изменения звукового давления в зависимости от частоты звука, цветные диаграммы на рис. 3 приведены в одном динамическом диапазоне значений звукового давления.

Рисунок 3 наглядно иллюстрирует качественную картину распределения звукового давления в пространстве, примыкающем к срезу выпускной трубы. Видно, что на низкой частоте поверхности равного звукового давления имеют форму сферы. То есть звуковое давление практически одинаково во всех направлениях от среза трубы и с удалением от него падает. С ростом частоты наблюдается трансформация сферической формы, появляются и увеличиваются неровности ее поверхности. А на высоких частотах излучение имеет ярко выраженную направленность.

Для определения количественных показателей направленности излучения определялись звуковые давления в фиксированных точках пространства. Эти точки с шагом  $15^\circ$  были равномерно распределены на окружности радиусом 0,5 м с центром у среза трубы, как это представлено на рис. 1. В этих точках определялись значения звукового давления, которые затем пересчитывались в уровни звукового давления. При этом использовался второй вариант построения расчетной модели. Выбор величины радиуса окружности обусловлен требованиями стандарта [12], согласно которому шум выпуска на неподвижном автомобиле оценивается на расстоянии 0,5 м от среза выпускной трубы автомобиля, при этом главная ось микрофона должна составлять угол  $45^\circ$  с продольной осью выпускной трубы.

Кроме того, вычислялись спектры звукового давления в расчетных точках, соответствующих разным значениям угла  $\alpha$ . Спектры были получены в частотном диапазоне от 100 до 7000 Гц с шагом 50 Гц для различных вариантов построения расчетной модели.

Полученные данные показывают, что при использовании первого варианта построения расчетной модели с жестким поршнем спектр имеет вид множества локальных минимумов и максимумов, а второй и третий варианты приводят к сглаженному спектру звукового давления (рис. 4).

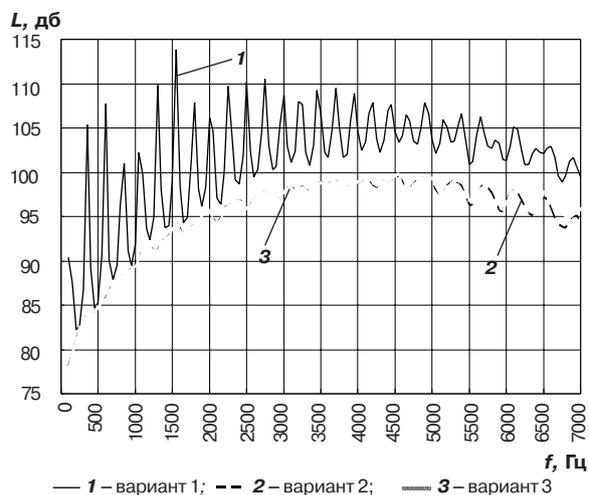


Рис. 4. Спектры излучения выпускной трубы при  $\alpha = 45^\circ$  для различных вариантов расчетной модели

Изрезанность спектра в первом варианте связана с появлением в этом случае в выпускной трубе стоячих волн, которые, в свою очередь, обусловлены отражением звуковых волн от жесткой поверхности поршня. Стоячие волны появляются при условии, что на длине трубы укладывается нечетное число четвертей длин волн. При этом на спектре излучения наблюдаются максимумы. Когда в выпускной трубе укладывается целое число полуwave, стоячих волн в трубе не образуется и спектры для всех трех вариантов на этих частотах, если они невелики, принимают одинаковые значения. Однако интересно, что на высоких частотах, когда влияние таких резонансных явлений в трубе на спектрах не столь заметно, спектр для первого варианта оказывается заметно выше спектров для двух других вариантов.

Сравнение результатов расчетов с использованием второго и третьего вариантов построения расчетной модели, т.е. соответственно с мелким и более крупным разбиением, показывает, что на низких и средних частотах они дают практически одинаковые результаты, но на высоких частотах появляется некоторое расхождение результатов. Исходя из точности и скорости расчета, были выбраны оптимальные параметры разбиения расчетной модели. Все дальнейшие расчеты проведены с использованием второго варианта построения расчетной модели, определяемого заданием на входе согласованной нагрузки и минимальным разбиением области модели внутри трубы 2 мм и вне ее — 3 мм.

## Методы и средства обеспечения безопасности Methods and Means of Safety

Если сравнить спектры звуковых давлений в точках, расположенных под углом  $90^\circ$ ,  $45^\circ$  и  $0^\circ$  (рис. 5), то можно отметить, что значение уровня звукового давления в точке, находящейся под углом  $90^\circ$  от среза трубы, с ростом частоты сначала увеличивается, а затем уменьшается.

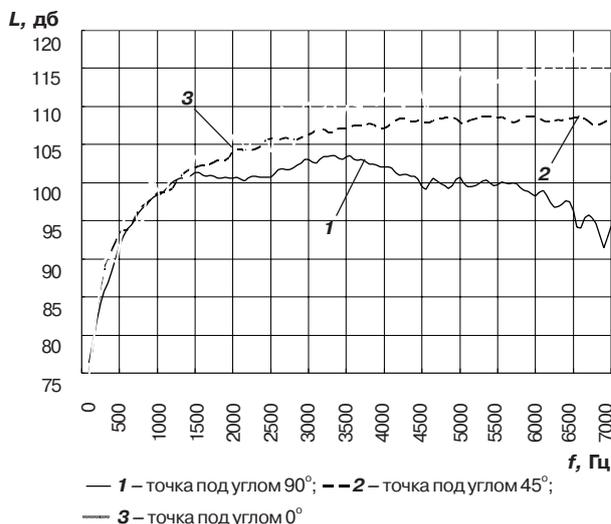


Рис. 5. Зависимость спектра излучения выпускной трубы от угла  $\alpha$

В точке с углом  $45^\circ$  также происходит увеличение уровня звукового давления до определенного значения, а затем рост прекращается. Напротив, в точке, соответствующей  $0^\circ$ , т.е. расположенной в осевом направлении, наблюдается постоянное увеличение, что также свидетельствует о проявлении направленности излучения на высоких частотах.

### 4. Излучение на срезе выпускной трубы с насадками

Чтобы изменить звуковое давление, а именно уменьшить, рассмотрим применение различных насадок на конце трубы. Были исследованы три типа насадок: 1-я – четвертьволновый резонатор; 2-я – расширительная; 3-я – комбинированная. Характерными размерами насадок являлись их длина (50 и 100 мм) и внутренний диаметр (75 и 100 мм). Толщина стенок насадок, как и выпускной трубы, составляла 2 мм. Каждой насадке, помимо номера, присваивался в зависимости от ее размеров еще и индекс. Система индексации насадок отражена в табл. 2.

Расчетные модели, как и ранее, строились в программе ANSYS. При этом использовался второй вариант построения моделей. Методика проведения расчетов оставалась такой же, как и при расчетах излучения выпускной трубы без насадок.

Таблица 2

#### Индексация насадок в зависимости от их габаритных размеров

Индекс насадки	а	б	в	г
Длина $l$ , мм	50	100	50	100
Диаметр $d$ , мм	75	75	100	100

В качестве показателя акустической эффективности насадок применялась разность спектров звукового давления в расчетной точке выпускной системы без насадок и с насадками, которую можно рассматривать как т.н. вносимые потери  $IL$ .

### Насадка 1

Эскиз насадки 1 представлен на рис. 6.

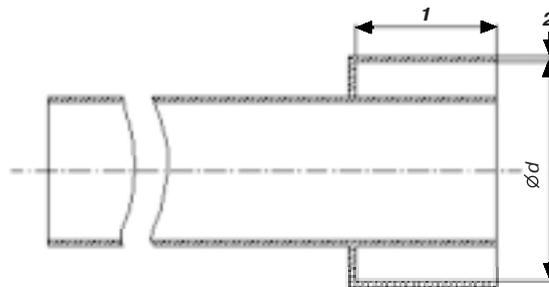


Рис. 6. Насадка 1 – четвертьволновый резонатор

Внутреннюю полость такой насадки можно считать резонатором. Резонанс, при котором происходит интенсивное поглощение звука, имеет место, когда на длине насадки  $l$  укладывается нечетное число четвертей длин волн. Отсюда и название насадки – четвертьволновый резонатор. Резонансные частоты насадки  $f_p$ , Гц, определяются формулой:

$$f_p = \frac{c}{4l}(2n-1), \quad (1)$$

где  $c$  – скорость звука,  $c = 340$  м/с;  $l$  – длина камеры насадки, м;  $n$  – целое число,  $n = 1, 2, 3...$

Таким образом, в рассматриваемом частотном диапазоне для насадки 1а длиной 50 мм резонансные частоты должны быть равны 1700 Гц и 5100 Гц, а для насадки 1б длиной 100 мм – 850, 2550, 4250 и 5950 Гц. Близкие значения резонансных частот, но несколько ниже, были отмечены и на спектрах звуковых давлений, полученных при расчетах методом конечных элементов.

На рис. 7 представлены вносимые потери насадки 1 в исследуемом диапазоне частот в точке, расположенной под углом  $45^\circ$  от среза трубы. Из графиков следует, что применение насадок дает снижение уровня звукового давления вблизи резонансных частот. При этом все резонансные частоты длинных насадок примерно соответствуют условию (1), тогда как для коротких насадок этому условию удовлетворяет только частота первого резонанса, а частота второго, так же как и амплитуда, – заметно ниже. Как и следовало ожидать, резонансы длинных насадок встречаются в 2 раза чаще, чем коротких. Вместе с тем, на частотах несколько ниже резонансных происходит, наоборот, заметное усиление звуковых колебаний – антирезонанс, причем амплитуды антирезонансных

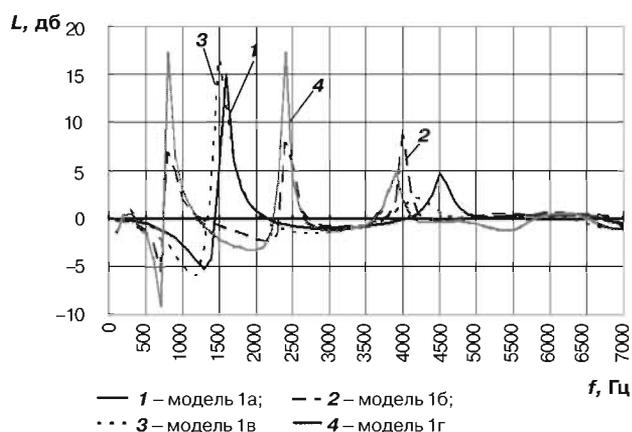


Рис. 7. Вносимые потери насадок 1а, 1б, 1в и 1г в точке, расположенной под углом 45° от среза трубы

и резонансных колебаний пропорциональны. Это, конечно, является существенным недостатком такой насадки.

Также графики на рис. 7 показывают, что увеличение диаметра короткой насадки (переход от насадки 1а к насадке 1в) не дает ощутимого эффекта, только немного снижая резонансную частоту. Однако такой переход для длинной насадки (от 1б к 1в) значительно увеличивает вносимые потери на резонансных частотах. Таким образом, по-видимому, для таких насадок существуют некоторые оптимальные соотношения между размерами, обеспечивающие максимальное поглощение звука на резонансных частотах.

Наглядно картина изменения звукового давления вблизи резонансной частоты для трубы с насадкой 1а представлена на рис. 8 (см. 3-ю страницу обложки).

Все картины построены в одном диапазоне изменений звукового давления, что позволяет проследить, какие происходят изменения в звуковом поле. Представленные данные показывают, что наличие насадки делает картины распределения звукового давления гораздо сложнее и многообразнее даже для не очень удаленных друг от друга частот, чем это имело место ранее для выпускной трубы без насадок.

В целом полученные расчетные результаты позволяют сделать вывод о том, что характерными особенностями четвертьволновых насадок являются незначительное снижение шума на резонансных частотах и довольно малая ширина резонансной кривой. Поэтому сами по себе такие насадки использовать нецелесообразно.

### Насадка 2

Эскиз этой насадки-расширения представлен на рис. 9.

Насадки 2а и 2в имеют одинаковую длину камеры расширения 50 мм и отличаются только объемом камеры из-за различного диаметра расширения. Для насадки 2а диаметр камеры в 1,5 раза боль-

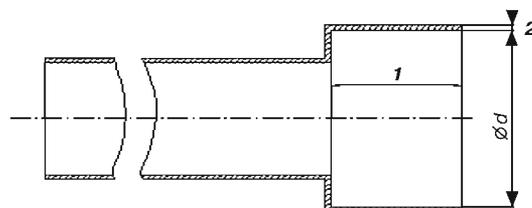


Рис. 9. Насадка 2 – расширительная

ше диаметра трубы, а для насадки 2в – в 2 раза. При этом оказалось, что насадка 2а, меньшего диаметра, имеет очень низкую акустическую эффективность, да и то только у верхней границы рассматриваемого частотного диапазона, и в дальнейшем не рассматривалась.

На рис. 10 представлены вносимые передачи насадки 2в в расчетных точках, расположенных под углом 90°, 45° и 0° относительно оси трубы, в исследуемом диапазоне частот. По этим графикам видно, какое действие оказывает насадка в разных направлениях на одной и той же частоте.

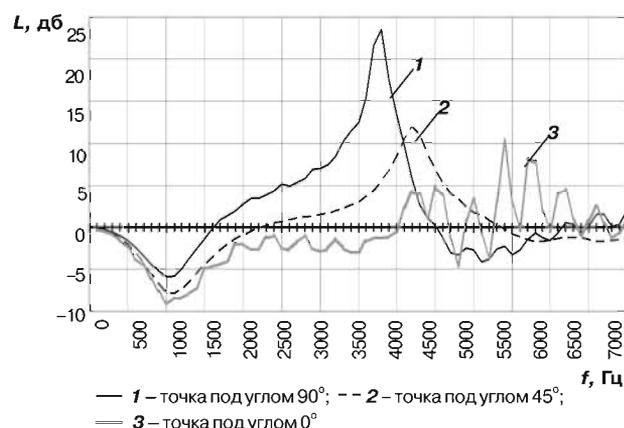


Рис. 10. Зависимость вносимых потерь насадки 2в от угла  $\alpha$

В осевом направлении насадка 2в практически не работает, но с увеличением угла наблюдается рост ее акустической эффективности. При этом если в расчетной точке с углом 45° наибольшее снижение звукового давления происходит на частоте 4200 Гц, то в точке, соответствующей углу 90°, максимум снижения приходится на более низкую частоту 3800 Гц, а снижение звукового давления здесь значительно выше.

### Насадка 3

Эскиз этой комбинированной насадки представлен на рис. 11.

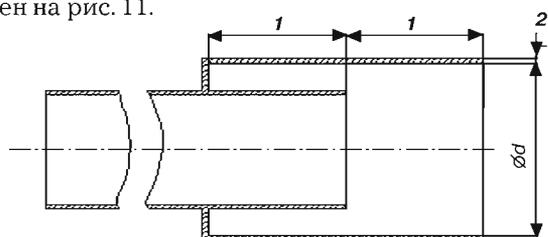


Рис. 11. Насадка 3 – комбинированная

## Методы и средства обеспечения безопасности Methods and Means of Safety

Насадка 3 фактически представляет собой комбинацию насадок 1 и 2, поэтому ее потери передачи в расчетном диапазоне частот должны обладать характерными особенностями обоих выше рассмотренных типов насадок: сохранять свойство снижения шума на резонансных частотах четвертьволновой насадки и особенности снижения шума насадки-расширения.

На рис. 12 представлены вносимые потери насадок 1а, 3а и 3в в точке, находящейся под углом  $45^\circ$  от среза трубы, в исследуемом диапазоне частот.



Рис. 12. Вносимые потери насадок 1а, 3а и 3в при  $\alpha = 45^\circ$

Такая комбинированная насадка оказалась эффективнее предыдущих. Резонансные частоты комбинированной насадки примерно совпадают с резонансными частотами соответствующих четвертьволновых насадок, хотя и несколько ниже их. Кроме того, здесь появляются дополнительные резонансные области в высокочастотном диапазоне. В общем, наличие расширения усиливает снижение уровня звукового давления большей степени в поперечном направлении, что делает излучение шума системой выпуска такой насадкой еще более направленным в осевом направлении, что положительно повлияет на результаты измерений по стандартной методике измерения шума выпуска и автомобиля в целом.

Вместе с тем, комбинированная насадка наряду с достоинствами сохраняет и недостатки предыду-

щих насадок, а именно – усиление звука на антирезонансных частотах, особенно на низких частотах.

Из приведенных данных следует, что четвертьволновая и комбинированная насадки увеличивают излучение звука в осевом направлении и снижают его практически одинаково в перпендикулярном направлении. Однако в направлении с  $\alpha = 45^\circ$  четвертьволновая насадка почти не снижает излучение звука, тогда как для комбинированной насадки величина этого снижения, наоборот, максимальна.

### 5. Заключение

Применение насадок на конце выпускной трубы в виде четвертьволнового резонатора приводит к снижению шума в области резонансных частот, при этом распределение звукового давления у среза выпускной трубы приобретает сложный вид. Эффективность снижения шума такой насадкой будет зависеть от соотношения ее геометрических размеров. Так, например, увеличение диаметра длинных насадок приводит к усилению резонансного эффекта, тогда как для коротких насадок подобные изменения незначительны. Однако этот вопрос требует отдельного детального рассмотрения.

Для повышения акустической эффективности насадок следует использовать насадки комбинированного типа, как сочетание четвертьволновой насадки с расширительной, что приводит к увеличению ширины полосы резонансной кривой. Кроме того, насадки изменяют диаграмму направленности излучения, делая его более направленным в осевом направлении, что благоприятно сказывается на результатах измерения шума выпуска по действующим стандартным методикам.

Авторы выражают благодарность С.И. Юдину за помощь в освоении метода конечных элементов применительно к расчету выпускной системы автомобиля.

**Работа выполнена в рамках аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы».**

#### Список литературы

1. **Levine H.** On the radiation of sound from an unflanged circular pipe / H. Levine, J. Schwinger // *Physical Review*. – 1948. – V. 73. – № 4. – P. 383–406.
2. **Вайнштейн Л.А.** Дифракция электромагнитных и звуковых волн на открытом конце волновода / Л.А. Вайнштейн. – М.: Советское радио, 1953. – 204 с.
3. **Davies P.O.A.L.** Predictive acoustic modeling applied to the control of intake/exhaust noise of internal combustion engines / P.O.A.L. Davies, M.F. Harrison // *Journal of Sound and Vibration*. – 1997. – V. 202. – № 2. – P. 249–274.
4. **Davies P.O.A.L.** Reflection coefficients for an unflanged pipe with flow / P.O.A.L. Davies, J.L. Bento-Coelho, M. Bhattacharya // *Journal of Sound and Vibration*. – 1980. – V. 72. – № 4. – P. 543–546.
5. **Howe M.S.** Attenuation of sound in low Mach number nozzle / M.S. Howe // *Journal of Fluid Mechanics*. – 1979. – V. 91. – № 2. – P. 209–229.
6. **Munjal M.L.** Acoustics of ducts and Mufflers / M.L. Munjal. – New York: Wiley-Interscience, 1987. – 328 p.
7. **Новоградская О.В.** Экспериментальное исследование диаграмм направленности акустического излучения круглой трубы / О.В. Новоградская // *Промышленная аэродинамика*. – Вып 18. – 1960. – С. 48–53.
8. **Simoneau T.** Sound radiation of the end of cylindrical duct application on industrial stacks / T. Simoneau // *Proceeding of the Acoustics-08*. – Paris, France, 29 June – 4 July, 2008. – P. 1441–1445.
9. **Norris A.N.** Acoustic radiation from a circular pipe with an infinite flange / A.N. Norris, I.C. Sheng // *Journal of Sound and Vibration*. – 1989. – V. 135. – № 1. – P. 85–93.
10. **Selamet A.** Wave reflections from duct terminations / A. Selamet, Z.L. Ji, R.A. Kach // *Journal of the Acoustical Society of America*. – 2001. – V. 109. – № 4. – P. 1304–1311.
11. **Комкин А.И.** Особенности излучения шума системой выпуска автотранспортных средств / А.И. Комкин [и др.] // *Безопасность жизнедеятельности*. – 2005. – № 11. – С. 45–49.
12. **ГОСТ Р 52231-2004** Внешний шум автомобилей в эксплуатации. Допустимые уровни и методы измерения. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 8 с.

УДК 66.067 + 628.33 + 532.546 + 51-74

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕЧЕНИЯ НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ ВБЛИЗИ ВИБРИРУЮЩЕЙ ФИЛЬТРОВАЛЬНОЙ ПЕРЕГОРОДКИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ФИЛЬТРА

## MODELING THE FLOWING OF THE NON-NEWTONIAN FLUID NEAR THE VIBRATING FILTERING BAFFLER OF THE HYDRODYNAMIC FILTER

**В.А. Девисилов**, доцент, канд. техн. наук,

**Е.Ю. Шарай**, аспирант,

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

**V.A. Devisilov**, Assistant Professor, Candidate of Technical Sciences,

**E.Yu. Sharai**, aspirant,

Bauman Moscow State Technical University

e-mail: devisil@mail.ru

*В статье рассмотрено моделирование нестационарных процессов течения неньютоновской жидкости вблизи вибрирующей фильтровальной перегородки с помощью программного комплекса Ansys CFX для гидромеханических расчетов. Представлены предварительные расчетные результаты, которые показали перспективность предлагаемой схемы очистки.*

*The article deals with the modeling of non-stationary processes of flowing of the non-Newtonian fluid near the vibrating filtering baffler with the help of the programme complex Ansys CFX for hydrodynamic calculations. The authors introduce the preliminary calculation results that have shown the prospectivity of the suggested system of filtering.*

**Ключевые слова:** фильтрация (filtration), гидродинамический фильтр (hydrodynamic filter), математическое моделирование (mathematical modeling), неньютоновская жидкость (non-Newtonian fluid), вибрация (vibration)

### 1. Введение

В настоящее время остается актуальной проблема очистки неньютоновской жидкости. Быстрое забивание пор частицами загрязнений, а также «зарастание» их вследствие действия облитерационных процессов приводит к ухудшению эксплуатационных свойств материала, что требует его частой регенерации или, в большинстве случаев, замены. Высокая вязкость жидкости приводит к необходимости создания большого перепада давления на фильтровальной перегородке (ФП). В работах [1–4] для решения указанных проблем предполагается использовать гидродинамическое вибрационное фильтрование. В разработанной конструкции [4] принцип работы фильтра заключается в том, что жидкость пропускают через фильтровальную перегородку, которая вращается и вибрирует вдоль оси вращения, при этом часть очищаемого потока перепускается вдоль перегородки.

Однако процессы, происходящие внутри гидродинамического вибрационного фильтра при очистке неньютоновских жидкостей, плохо изучены в силу одновременного действия нескольких механизмов очистки: сепарация частиц загрязнений под действием центробежных сил, гидродинамический смыв, фильтрование и вибрация ФП. Для решения этой проблемы на начальном этапе предлагается исследовать действие отдельных процессов [5]. Целями данной работы являются расчет и анализ в пакете Ansys CFX течения неньютоновской жидкости вблизи вибрирующей ФП.

### 2. Постановка задачи

Для изучения влияния вибрации на гидравлические характеристики потока вблизи ФП использовалось численное моделирование. Для уменьшения времени расчета в качестве расчетной области выбрана часть фильтровальной перегородки, включающая одно отверстие (рис. 1). В силу малости

## Методы и средства обеспечения безопасности Methods and Means of Safety

отверстия ФП по отношению к ее радиусу кривизной сектора можно пренебречь.

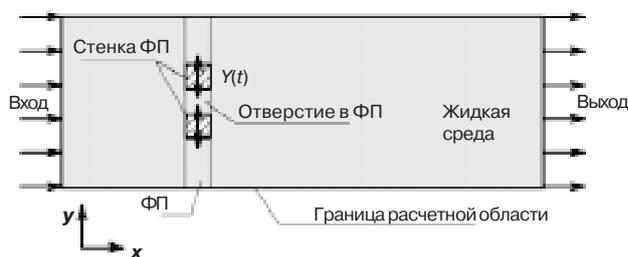


Рис. 1. Расчетная область

В качестве фильтровальной перегородки в реальной конструкции используется сетка с эквивалентным диаметром отверстий 20 мкм. Так как для такого порядка размеров трудно получить сходящееся решение, при создании модели использовался принцип геометрического подобия. Выбран масштабный фактор 200:1, при этом эквивалентный диаметр отверстия в модели составляет 4 мм. Гидродинамические параметры исследуемой среды в модели установлены в соответствии с равенством критериев Рейнольдса для исходной и увеличенной моделей.

Расчет проводился для ньютоновской и неньютоновской жидкостей. В основу расчета гидравлических характеристик течения неньютоновской жидкости положена степенная зависимость Оствальда де Вилля. Для степенной жидкости эффективная вязкость  $M$  определяется следующим соотношением [6]:

$$M = k j^{n-1} \quad (1)$$

где  $M$  – эффективная вязкость, Па · с;  $k$  – коэффициент консистенции, Па · с <sup>$n$</sup> ;  $j$  – скорость сдвига, с<sup>-1</sup>;  $n$  – индекс течения, характеризующий темп разрушения структуры и степень отклонения от ньютоновского течения.

Математическое моделирование проводилось для псевдопластической жидкости ( $n < 1$ ). Параметры среды показаны в табл. 1.

Таблица 1  
Характеристики модельной жидкости

Параметры среды		Плотность $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Динамическая вязкость $M$ , Па · с
Жидкость	ньютоновская	900	$1,53 \cdot 10^{-1}$
	неньютоновская	900	Степенной закон по формуле (1). $k = 1,53 \cdot 10^{-1}$ Па · с <sup><math>n</math></sup> ; $n = 0,8; 0,6$

Начальные условия задачи, следующие:

– закон вибрации ФП:  $Y(t) = A \sin(2\pi f t)$ , где  $A$  – амплитуда колебаний, м;  $f$  – частота вибраций, Гц;  $t$  – время, с;

– массовый расход жидкости, заданный граничным условием «вход»,  $6,5 \cdot 10^{-6}$  кг/с;

– давление, заданное граничным условием «выход»  $1,01 \cdot 10^5$  Па;

– жидкость несжимаемая.

Рассматривалось два случая – без вибрации и с вибрацией фильтровальной перегородки. При отсутствии вибрации расчет проводился в стационарных условиях, в условиях вибрации – в нестационарной постановке. Расчетное время  $T_{\text{расч}}$  соответствует двум периодам колебаний  $T$ , как показано на рис. 2, и определяется как:

$$T_{\text{расч}} = 2 \cdot T = \frac{2}{f} \quad (2)$$

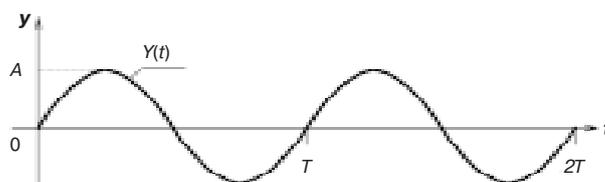


Рис. 2. Закон вибрации ФП

На первом этапе выбраны следующие параметры вибрации:

– амплитуда колебаний  $A = 1,5 \cdot 10^{-3}$  м;

– частота вибраций  $f = 8; 16; 32$  Гц.

Расчетное время процесса для 8, 16 и 32 Гц составляет соответственно  $2,50 \cdot 10^{-1}$ ;  $1,25 \cdot 10^{-1}$  и  $6,25 \cdot 10^{-2}$  с.

Принято количество шагов по времени, равное 160. Критерий сходимости расчета на каждом шаге  $10^{-4}$ .

### 3. Результаты моделирования

В результате расчета были получены поля скоростей  $v_x, v_y$  (рис. 3), давлений и эффективной вязкости  $M$  неньютоновской жидкости для стационарной и нестационарной задач на каждом шаге по времени  $t$ .

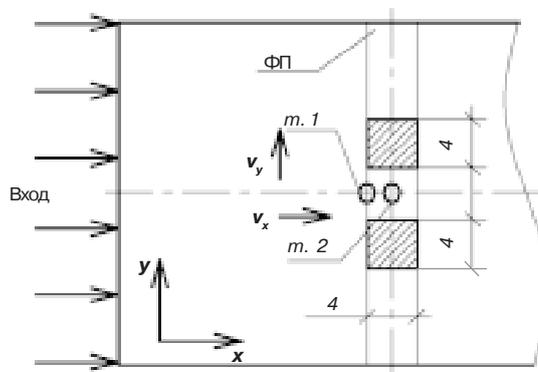


Рис. 3. Схема расположения точек для построения графиков (положение отверстий соответствует начальному и конечному моментам времени)

На рис. 4 показано изменение эффективной вязкости  $M$  неньютоновской жидкости при неподвижной ФП, на рис. 5 – при частоте вибрации 16 Гц для точек, указанных на рис. 3. Как видно из графиков рис. 4, 5, при уменьшении индекса течения  $n$  эффективная вязкость неньютоновской жидкости уменьшается в случаях подвижной и вибрирующей перегородок.

Анализ графиков рис. 4, 5 показал, что вибрация ФП влияет на вязкость неньютоновской жидкости вблизи ФП. Так при отсутствии вибрации для точки 1 и индекса течения  $n = 0,6$  вязкость  $M$  составляет  $1,13 \cdot 10^{-1}$  Па · с, а при вибрации ФП с частотой 16 Гц при остальных одинаковых условиях не превышает величины  $4,45 \cdot 10^{-2}$  Па · с во всем расчетном диапазоне времени. На основании проведенного расчета можно сделать вывод о том, что вибрация способствует уменьшению эффек-

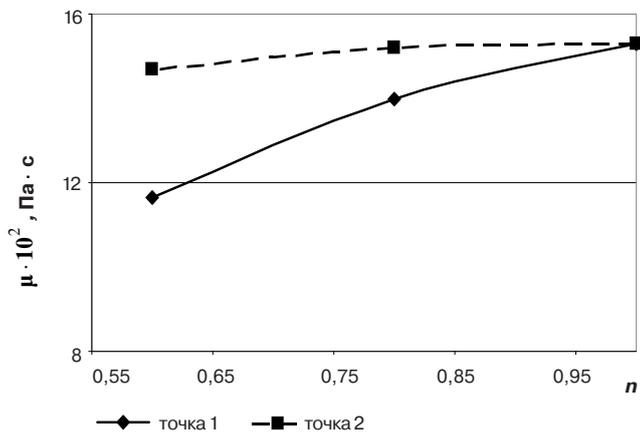


Рис. 4. Зависимость эффективной вязкости от индекса течения неньютоновской жидкости при отсутствии вибрации ФП

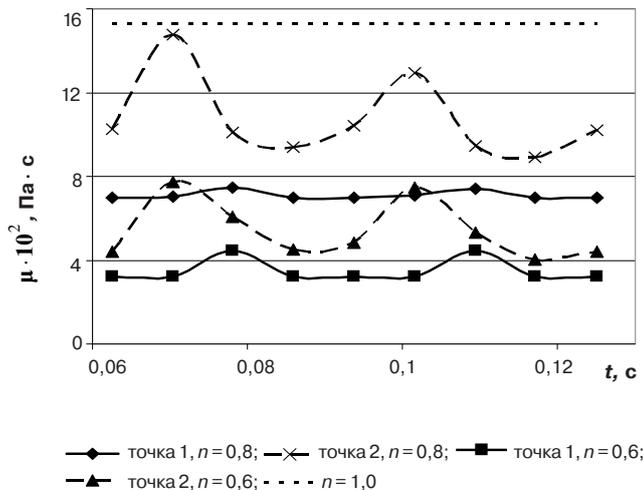


Рис. 5. Зависимость эффективной вязкости  $m$  от индекса течения неньютоновской жидкости  $n$  во времени при вибрации 16 Гц для точек рис. 3

тивной вязкости неньютоновской жидкости вблизи ФП по сравнению с вязкостью при неподвижной перегородке.

Влияние вибрации на эффективную вязкость неньютоновской жидкости приводит к зависимости полей скоростей и давлений от частоты вибрации. Расчет показал, что вибрация способствует уменьшению перепада давления на ФП. Однако из графика рис. 6 следует, что существует предельная частота вибраций, при которой величина перепада давления становится больше, чем при неподвижной перегородке. Это объясняется большим отношением двух составляющих скоростей  $v_x$  и  $v_y$ , приводящим к образованию вихрей у поверхности ФП. Увеличение частоты  $f$  приводит к увеличению амплитуды скорости  $v_y$ , поэтому наблюдается интенсивное вихреобразование, приводящее к увеличению давления на ФП. Для точек, показанных на рис. 3, построены графики зависимости скоростей потока  $v_x, v_y$  при частотах  $f$  16 и 32 Гц от времени и индекса течения  $n$  для второго расчетного периода (рис. 7–10). Анализ графиков рис. 7, 9 и рис. 8, 10 показал, что отношение скорости  $v_y$  к скорости  $v_x$  составляет 3,5–4,5.

На основании полученных расчетов можно сделать вывод о том, что:

- уменьшение индекса течения  $n$  приводит к уменьшению перепада давления на перегородке при определенной частоте вибрации;
- существует предельная частота вибрации ФП, при которой перепад давления на ФП при вибрации и в случае неподвижной ФП одинаков. Для моделируемой задачи такой частотой является величина 20 Гц. При вибрации ФП с частотой более 20 Гц перепад давления становится выше, чем при неподвижной перегородке.

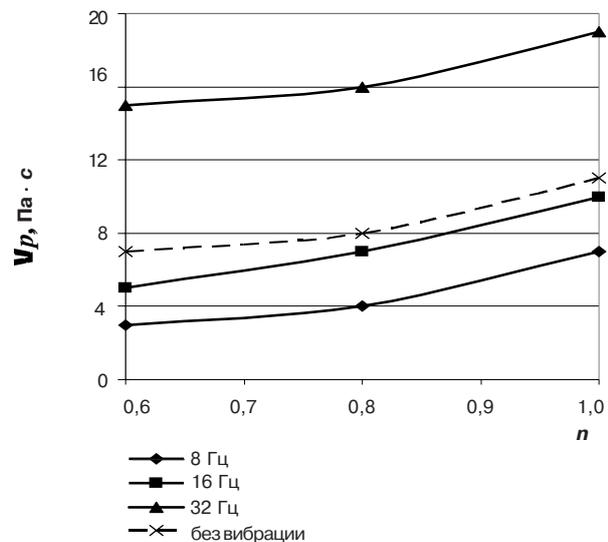


Рис. 6. Зависимость перепада давления на ФП от индекса течения  $n$  и частоты вибрации в конечный момент времени

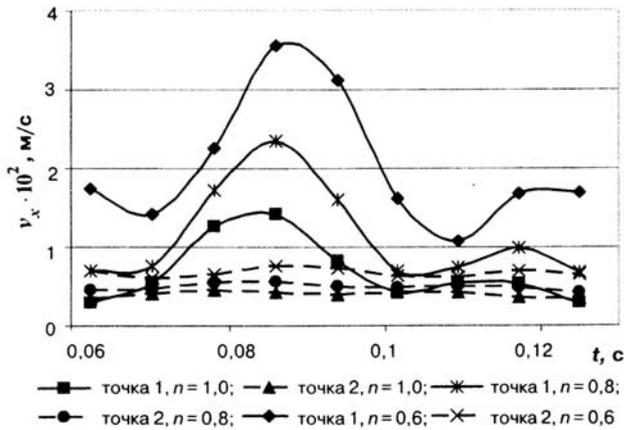


Рис. 7. Зависимость скорости  $v_x$  от времени  $t$  и индекса течения  $n$  при  $f=16$  Гц для точек рис. 3

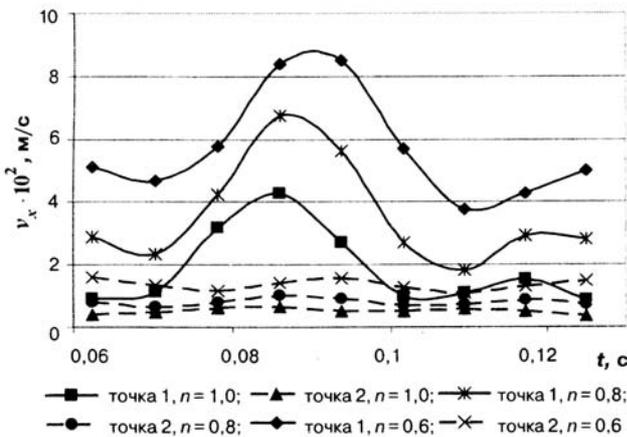


Рис. 8. Зависимость скорости  $v_x$  от времени  $t$  и индекса течения  $n$  при  $f=32$  Гц для точек рис. 3

На рис. 11 и 12 (см. 3-ю страницу обложки) показаны картины течений при индексе течения  $n = 0,8$  для стационарного случая и нестационарной задачи при  $f = 16$  Гц соответственно. При вибрации у поверхности перегородки образуется вихревая зона (рис. 12), чего не наблюдается при неподвижной ФП (рис. 11). В процессе фильтрования загрязненной неньютоновской жидкости на поверхности фильтровального материала оседают частицы загрязнений, забивая поры фильтроматериала, тем самым увеличивая перепад давления на ФП. Образующиеся при вибрации вихревые потоки будут препятствовать нарастанию слоя загрязнений на материале, тем самым увеличатся срок службы фильтровального материала и время работы фильтра до его регенерации.

#### 4. Выводы

1. Первоначальные расчеты показали, что вибрация ФП приводит к уменьшению кажущейся вязкости неньютоновской жидкости, что должно положительно сказываться на процессах фильт-

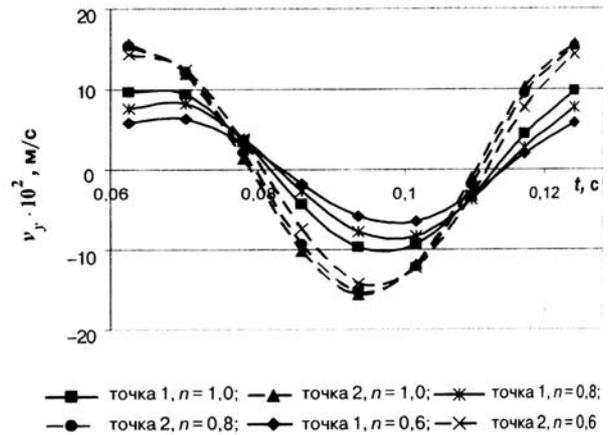


Рис. 9. Зависимость скорости  $v_y$  от времени  $t$  и индекса течения  $n$  при  $f=16$  Гц для точек рис. 3

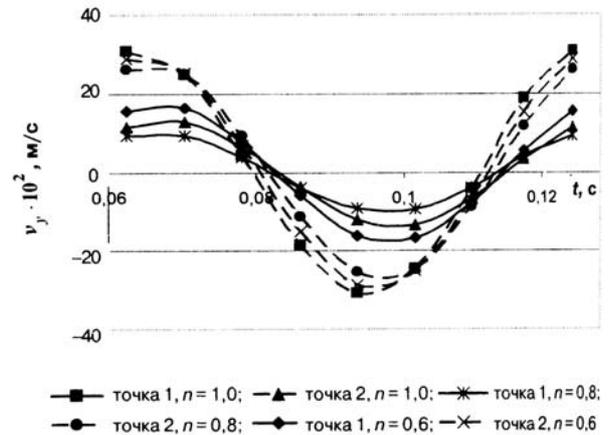


Рис. 10. Зависимость скорости  $v_y$  от времени  $t$  и индекса течения  $n$  при  $f=32$  Гц для точек рис. 3

рации и фильтрования. Жидкость с меньшей вязкостью требует меньших затрат энергии на прохождение через фильтровальный материал. Кроме того, поры фильтровального материала в меньшей степени будут подвержены действию облитерационных процессов.

2. Сравнение полученных полей вязкости показало, что при уменьшении индекса течения неньютоновской жидкости при одинаковой частоте вибрации уменьшается и величина эффективной вязкости неньютоновской жидкости.

3. Вибрация способствует уменьшению перепада давления на ФП, однако существует предельная величина частоты вибрации, при которой дальнейшее увеличение частоты приведет к большим потерям давления, чем при ее отсутствии.

4. Вихреобразование вблизи ФП при ее вибрации способствует разрушению слоя загрязнений на фильтроматериале, тем самым увеличатся срок службы фильтровального материала и время от начала работы до регенерации фильтра.

5. Полученные первоначальные результаты позволяют планировать дальнейшие исследования: – подобрать оптимальную частоту вибрации, не требующей больших затрат энергии, но и дающей положительный эффект при фильтрации жидкости.

– исследовать поведение частиц вблизи вибрирующей ФП в неньютоновской жидкости.

**Работа выполнена в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 гг.**

#### Список литературы

1. **Девисилов В.А.** Мобильная установка для восстановления отработанных масел / В.А. Девисилов, И.А. Мягков // Безопасность в техносфере. – 2007. – № 5. – С. 36–46.
2. **Девисилов В.А.** Гидродинамическое фильтрование в системе очистки и восстановления отработанных моторных масел / В.А. Девисилов, И.А. Мягков // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т.1. – 2005. – С. 220–226.
3. **Девисилов В.А.** Гидродинамические вибрационные фильтры для регенерации отработанных масел и нефтепродуктов / В.А. Девисилов, И.А. Мягков // Экология и промышленность России. – 2005. – Июль. – С. 4–7.
4. **Девисилов В.А.** Гидродинамическое вибрационное фильтрование и конструкции фильтров / В.А. Девисилов, И.А. Мягков // Безопасность жизнедеятельности. – 2004. – № 7. – С. 37–47.
5. **Девисилов В.А.** Моделирование работы гидродинамического фильтра с использованием программного комплекса / В.А. Девисилов, Е.Ю. Шарай // Безопасность в техносфере. – 2009. – № 5. – С. 21–30.
6. **Уилкинсон У.Л.** Неньютоновские жидкости / У.Л. Уилкинсон. – М.: Мир, 1964. – 216 с.

### Минприроды России совместно с Московским государственным университетом природообустройства (МГУП) открывает образовательные программы

Цель данных программ – поддержка одаренных детей, профессиональная ориентация молодежи, подготовка и переподготовка кадров для водохозяйственного комплекса страны. Согласно достигнутым договоренностям, лауреаты юниорского конкурса «Водные проекты» будут иметь преимущества при поступлении на дневное отделение университета на бюджетные места.

Специалистам в области водного хозяйства, сотрудникам системы Минприроды России предлагается получить второе высшее образование и повысить квалификацию.

Образовательные программы проводятся в рамках мероприятий, предусмотренных Водной стратегией Российской Федерации.

### О внесении изменений в законодательные акты, связанные с вопросами безопасности

В «Российской газете» опубликован Федеральный закон Российской Федерации от 27 июля 2010 г. № 226-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в связи с принятием Федерального закона «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте». Подробную информацию смотрите на сайте «Российской газеты» <http://www.rg.ru/2010/08/02/izm-strahovanie-dok.html>.

В «Российской газете» от 27.07.2010 г. опубликован также Федеральный закон Российской Федерации от 23.07.2010 г. № 171-ФЗ «О внесении изменений в Кодекс РФ об административных правонарушениях и Федеральный закон «О промышленной безопасности производственных объектов».

### Риск гибели людей на опасных производственных объектах России

Приводим сведения о значениях фонового риска гибели людей на опасных производственных объектах в РФ, полученные с использованием новых официальных данных Ростехнадзора и Росстата.

За последние пять лет средний индивидуальный риск гибели за год работников опасных производственных объектов колебался от  $5 \times 10^{-7}$  1/год (в газодобыче) до  $1,5 \times 10^{-3}$  1/год (в производстве, хранении и применении взрывчатых веществ промышленного назначения).

На других производствах индивидуальный риск гибели работника достигал: в угольной отрасли, в горнорудной и нерудной промышленности  $7,9 \times 10^{-4}$  (1/год); в нефтедобыче  $1,4 \times 10^{-3}$  (1/год); в нефтепереработке  $7,3 \times 10^{-5}$  (1/год); в химической и нефтехимической промышленности, в металлургической промышленности –  $2,2 \times 10^{-5}$  (1/год)

С более подробными данными о риске гибели людей на опасных производственных объектах за 1991–2009 гг. на сайте <http://safety.moy.su/publ/19-1-0-48>.

Для справки: индивидуальный риск гибели россиянина в пожаре достигал за последние 5 лет  $1,22 \times 10^{-4}$  (1/год), а в ДТП –  $3,12 \times 10^{-4}$  (1/год).

### О паспортах научных специальностей

Минобрнауки России доводит до сведения, что экспертными советами Высшей аттестационной комиссии Минобрнауки России в соответствии с Номенклатурой специальностей научных работников (утверждена приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 25 февраля 2009 г. № 59 (зарегистрирован Минюстом России 20 марта 2009 г., регистрационный № 13561) разработаны паспорта научных специальностей.

Паспорта научных специальностей размещены на сайте Министерства для использования в практической деятельности образовательными учреждениями и научными организациями, имеющими аспирантуры и докторантуры по адресу: <http://mon.gov.ru/work/nti/dok/>

УДК 534.833.5

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЛУШИТЕЛЕЙ ШУМА С ПЕРФОРИРОВАННЫМИ ТРУБАМИ

### MODELING MUFFLERS WITH PERFORATED TUBES

**Н.А. Никифоров**, старший научный сотрудник, канд. техн. наук,

**А.И. Комкин**, доцент, канд. техн. наук,

**Л.С. Воробьева**, студентка,

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

**N.A. Nikiforov**, Senior Research Co-Worker, Candidate of Technical Sciences,

**A.I. Komkin**, Assistant Professor, Candidate of Technical Sciences,

**L.S. Vorobyeva**, student,

Bauman Moscow State Technical University

**e-mail:** E9@mx.bmstu.ru

*Работа посвящена моделированию глушителей шума с перфорированными трубами. Используя аналитический подход, в частотной области решена система связанных дифференциальных уравнений, что позволило получить передаточные матрицы и вычислить потери передачи глушителей. Исследовано влияние на потери передачи глушителя его конструктивных параметров.*

*The work is dedicated to the modeling of mufflers with perforated tubes. Using the analytic approach, the system of differential equations was solved in the frequency area that enabled getting transfer matrixes and calculating the transmission losses of mufflers. Researched was the influence of the construction characteristics of a muffler on its transmission losses.*

**Ключевые слова:** глушитель шума (muffler), перфорированная труба (perforated tube), матрица передачи (transfer matrix), потери передачи (transmission loss), резонансная частота (resonant frequency), моделирование (modeling)

#### 1. Введение

Глушители шума с перфорированными трубами являются наиболее распространенным видом реактивных глушителей шума машин. К ним относятся концентрические глушители с полностью или частично перфорированными трубами, концентрические глушители с заглушкой и глушители с несколькими перфорированными трубами. Акустические характеристики глушителей с перфорированными трубами довольно многообразны и сочетают в себе свойства как камерных, так и резонаторных глушителей шума. Расчету таких глушителей уделено большое внимание в литературе [1, 2].

Впервые теоретический анализ такого рода глушителей был представлен в работе [3], где получены уравнения, описывающие акустические колебания в перфорированной секции, а также выражения для коэффициентов матрицы передачи такой секции в виде ряда, содержащего функции, удовлетворяющие заданным граничным условиям. В последующем [4] было предложено использовать для расчета перфорированных секций метод сегментации, когда секция разбивается на ряд сегментов, каждый из которых характеризуется сво-

ей матрицей передачи, так, что матрица передачи секции будет определяться приведением матриц передачи составляющих ее сегментов. Далее для решения связанной системы двух уравнений, описывающих акустику перфорированной секции, был разработан метод развязки [5], который позволил получить аналитическое решение в замкнутой форме. Однако при наличии в секции осредненного потока этот метод требует дополнительного предположения о том, что скорости потоков по обеим сторонам перфорированной трубы равны, это существенно ограничивает возможность использования данного метода. Строгий вывод аналитического решения системы уравнений для перфорированной секции дан в работе [6]. Упомянутые ограничения аналитического решения при наличии потока привели к необходимости привлечения численных методов к решению рассматриваемой системы уравнений, что впервые осуществлено в работе [7]. Позднее предложенная схема численного решения была усовершенствована [8], что позволило устранить нестабильность получаемых решений. В целом численные методы целесообразно использовать для расчета глушителей рассматриваемого типа сложных

конфигураций. Примеры таких расчетов приведены в работах [9, 10].

В данной работе общий подход к расчету и проектированию глушителей шума с перфорированными трубами рассматривается на основе аналитических методов решения. При этом основное внимание уделяется общим закономерностям снижения шума такими глушителями.

## 2. Расчётная модель

Основным элементом концентрического глушителя шума является перфорированная секция, схема которой представлена на рис. 1.

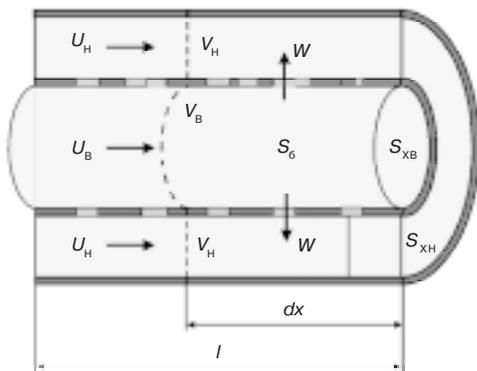


Рис. 1. Перфорированная секция

Она состоит из двух концентрических труб длиной  $l$ . Внутренняя труба является перфорированной, что позволяет связать акустические колебания во внутреннем и внешнем объемах секции. Предполагается, что перфорация равномерно распределена по длине секции. Выделим в этой секции два элементарных объема длиной  $dx$  – внутренний  $V_B$  и внешний  $V_H$ . При этом площади поперечных сечений (торцевых поверхностей) внутреннего и внешнего объемов секции равны соответственно  $S_{ХВ}$ ,  $S_{ХН}$ , а площадь боковой поверхности  $S_6$ , разделяющей эти два объема, в общем случае определяется через периметр  $P_6$  поперечного сечения этой боковой поверхности:

$$S_6 = P_6 dx.$$

Рассмотрим распространение плоских звуковых волн в перфорированной секции в предположении, что потери энергии в такой системе связаны только с импедансом перфорации. Обозначим внутренний и внешний элементарные объемы индексом  $i$ , принимающим значение 1 или 2. При этом значение  $i = 1$  соответствует объему, в который входит звуковая волна. Предположим, что в рассматриваемых объемах плотность среды  $c_i$  и скорость частиц среды в продольном направлении  $v_i$ , являющиеся функциями времени  $t$  и координаты  $x$ , могут быть представлены в виде:

$$c_i = c_{0i} + \overset{\bullet}{c}_i; v_i = v_{0i} + \overset{\bullet}{v}_i; i = 1, 2, \quad (1)$$

где индексом 0 обозначены средние во времени значения параметров, а значком « $\bullet$ » – переменные компоненты.

На основе принятых допущений для рассматриваемой секции могут быть получены [2] следующие линеаризованные уравнения:

непрерывности

$$\frac{\partial c_i}{\partial t} + c_0 \frac{\partial v_i}{\partial x} + v_{0i} \frac{\partial c_i}{\partial x} - (-1)^i K_i c_0 w = 0; \quad (2)$$

движения

$$c_0 \left[ \frac{\partial}{\partial t} + v_{0i} \frac{\partial}{\partial x} \right] v_i = - \frac{\partial p_i}{\partial x}, \quad (3)$$

где  $K_i = P_6 / (S_{xi})$ ;  $w$  – поперечная компонента колебательной скорости, характеризующая движение частиц среды через перфорацию;  $p_i$  – звуковое давление в  $i$ -м объеме секции.

Плотность среды  $c_i$  и звуковое давление  $p_i$  в рассматриваемых объемах связаны через скорость звука  $c_0$  соотношением

$$c_i = p_i / c_0^2. \quad (4)$$

Осуществим преобразования Фурье уравнений (1), (2), перейдя, тем самым, из временной  $t$  в частотную область  $w$  [11]. Кроме того, введем в рассмотрение нормированный акустический импеданс перфорации  $o$ , определяемый соотношением

$$c_0 c_0 o = (P_1 - P_2) / W, \quad (5)$$

где  $P_i$ ,  $W$  – преобразования Фурье соответственно звукового давления и поперечной колебательной скорости частиц.

Это позволяет [8] перейти к следующей системе уравнений:

$$\begin{cases} (D^2 + a_1 D + a_2) P_1 + (a_3 D + a_4) P_2 = 0; \\ (a_5 D + a_6) + (D^2 + a_7 D + a_8) P_2 = 0, \end{cases} \quad (6)$$

где

$$a_1 = -M_1 (2jk + \beta_1) / (1 - M_1^2);$$

$$a_2 = (k^2 - jk\beta_1) / (1 - M_1^2); a_3 = \beta_1 M_1 / (1 - M_1^2);$$

$$a_4 = jk\beta_1 / (1 - M_1^2); a_5 = \beta_2 M_2 / (1 - M_2^2);$$

$$a_6 = jk\beta_2 / (1 - M_2^2);$$

$$a_7 = -M_2 (2jk + \beta_2) / (1 - M_2^2);$$

$$a_8 = (k^2 - jk\beta_2) / (1 - M_2^2);$$

$D = \partial/\partial x$ ;  $M_i = v_{0i}/c_0$  – число Маха;

$k = \omega / c_0$  – волновое число;  $\beta_i = K_i / \rho$ .

Решение системы уравнений (6) имеет вид:

$$P_i = \sum_{n=1}^4 C_{in} \exp(\lambda_n x), \quad (7)$$

где  $C_{in}$  – коэффициенты, определяемые граничными условиями;  $\lambda_n$  – корни характеристического уравнения, образующегося приравниванием к нулю определителя этой системы, в общем случае определяемые численными методами. Заметим, что в отсутствие потока, когда  $M_1 = M_2 = 0$ , системе (6) соответствует биквадратное характеристическое уравнение

$$D^4 + k^2 (2 - j\beta_S/k) D^2 + k^4 (1 - j\beta_S/k) = 0,$$

где  $\beta_S = \beta_1 + \beta_2$ . Оно имеет две пары корней:

$$\lambda_{1,2} = \mathbf{m}jk; \lambda_{3,4} = \mathbf{m}jk [1 - j\beta_S/k]^{1/2}. \quad (8)$$

Подстановка (7) в (6) дает следующее соотношение между входящими в решение (7) коэффициентами:

$$C_{1n}/C_{2n} = -h_n, \quad (9)$$

где

$$h_n = (a_3\lambda_n + a_4) / (\lambda_n^2 + a_1\lambda_n + a_2) = (\lambda_n^2 + a_7\lambda_n + a_8) / (a_5\lambda_n + a_6).$$

Выражение, аналогичное (7), можно получить и для продольной колебательной скорости частиц, используя при этом ее преобразование Фурье:

$$V_i = Y_0 \sum_{n=1}^4 g_{in} C_{in} \exp(\lambda_n x), \quad (10)$$

где  $g_{in} = -\lambda_n / (M_i \lambda_n + jk)$ .

### 3. Расчётные схемы

Для элементов глушителей шума, содержащих представленную на рис. 1 перфорированную секцию, получим матрицы передачи, определяющие связь между параметрами звуковых волн на входе и выходе секции.

Параметры входной звуковой волны обозначим индексом  $u$ , а выходной звуковой волны – индексом  $d$ . Индексы  $u$  и  $d$  в зависимости от конкретного вида элемента, могут принимать значения 1 или 2. Как и ранее, 1 будет соответствовать внутреннему объему, а 2 – внешнему объему.

При наличии протекающего через перфорированный элемент газового потока его вход и выход будут определяться тем, в какой объем, внутренний или внешний, входит поток, а из какого объема выходит. Согласно этому соответствующие значения будут принимать и индексы  $u$  и  $d$ . При этом можно выделить три встречающихся на практике случая (рис. 2):

а – поток проходит через внутренний объем;

б – поток входит во внутренний объем и выходит через внешний объем;

в – поток входит во внешний объем и выходит через внутренний объем.

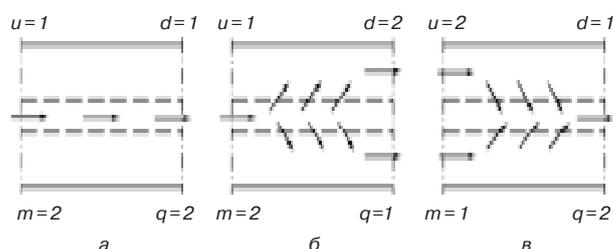


Рис. 2. Схемы распределения потоков в перфорированной секции

Граничные условия задаются значениями импедансов, определяемых отношением звуковых давлений к колебательной скорости на границах перфорированной секции  $Z = P/V$ . С каждой стороны секции значение импеданса задается только для одного из двух объемов – внутреннего или внешнего, выбор которого осуществляется так, что импеданс с входной стороны секции обозначается индексом  $m$ , а с выходной стороны – индексом  $q$  (рис. 3).

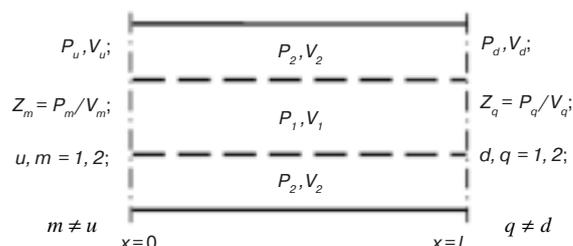


Рис. 3. Индексация перфорированной секции

Индексы  $m$  и  $q$ , как и ранее введенные индексы  $u$  и  $d$ , в зависимости от конкретного вида элемента равны 1 или 2. По-прежнему 1 будет соответствовать внутреннему объему, а 2 – внешнему объему. При этом должно выполняться условие  $m \neq u$  и  $q \neq d$ . Так, если, например, входным в секции является внутренний объем ( $u = 1$ ), то значение граничного импеданса со стороны входа  $Z_m = P_m/V_m$  задается для внешнего объема ( $m = 2$ ), и наоборот. Аналогично поступаем с граничным импедансом  $Z_q = P_q/V_q$  со стороны выхода перфорированной секции. Это правило индексации отражено на схемах рис. 2.

#### 4. Матрицы передачи

Матрица передачи перфорированной секции  $[T_s]$  с коэффициентами  $T_A, T_B, T_C, T_D$  связывает между собой звуковые давления и скорости частиц на ее входе и выходе матричным уравнением

$$\begin{bmatrix} P_u \\ c_0 c_0 V_u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T_A & T_B \\ T_C & T_D \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_d \\ c_0 c_0 V_d \end{bmatrix} \quad (11)$$

и может быть представлена в виде [6]

$$[T_s] = [G_u][G_d]^{-1}, \quad (12)$$

где  $[G_d]^{-1}$  – матрица, обратная к матрице  $[G_d]$ , и, кроме того,

$$[G_u] = \begin{bmatrix} (-h_1)^{d-u} & (-h_2)^{d-u} \\ g_{u1}(-h_1)^{d-u} & g_{u2}(-h_2)^{d-u} \end{bmatrix} \times \\ \times \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} (-h_3)^{d-u} & (-h_4)^{d-u} \\ g_{u3}(-h_3)^{d-u} & g_{u4}(-h_4)^{d-u} \end{bmatrix}; \quad (13)$$

$$[G_d] = \begin{bmatrix} e_1 & e_2 \\ g_{d1}e_1 & g_{d2}e_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_3 & e_4 \\ g_{d3}e_3 & g_{d4}e_4 \end{bmatrix}; \quad (14)$$

$$\begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} = - \begin{bmatrix} b_{m1} & b_{m2} \\ b_{q1}e_1 & b_{q2}e_2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} b_{m3} & b_{m4} \\ b_{q3}e_3 & b_{q4}e_4 \end{bmatrix}; \quad (15)$$

$$b_{kn} = (Z_k^{-1} - g_{kn})(-h_n)^{d-k}; \quad e_n = \exp(\lambda_n l).$$

Таким образом, уравнения (12)–(15) в общей форме полностью определяют передаточную матрицу перфорированной секции. Конкретный вид передаточной матрицы будет определяться типом перфорированного элемента, составной частью которого является рассмотренная перфорированная секция.

Применим данный подход к расчету концентрического резонатора с полностью перфорированной трубой, схема которого представлена на рис. 4.

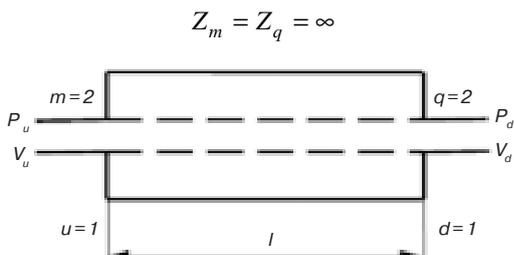


Рис. 4. Концентрический резонатор

Граничные условия для перфорированной секции в данном случае соответствуют жесткой стенке, скорость звуковой волны на которой должна быть равна нулю. Отсюда вытекает, что импедансы  $Z_m = Z_q = \infty$ . Матрица передачи концентрического резонатора  $[T]$  определяется тем же уравнением (12), что и матрица перфорированной секции. При этом входящие в коэффициенты образующих его матриц (13)–(15) индексы  $u = d = 1$  и  $m = q = 2$ .

Выражение для матрицы передачи концентрического резонатора существенно упрощается в случае отсутствия постоянного газового потока через резонатор, что в приведенных формулах соответствует условию  $M_1 = M_2 = 0$ . При этом коэффициенты, входящие в приведенные выше матрицы, равны

$$g_{i1} = 1; \quad g_{i2} = -1; \quad g_{i3} = [1 - j\beta_S/k]^{1/2} = \lambda'; \quad g_{i4} = -\lambda'; \\ h_1 = h_2 = -1; \quad h_3 = h_4 = h = \beta_1 / \beta_2 = S_{x2} / S_{x1}. \quad (16)$$

а сами матрицы (13)–(15) в соответствии с граничными условиями и принятой индексацией принимают следующий вид:

$$[G_u] = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \lambda' & -\lambda' \end{bmatrix}; \quad (17)$$

$$[G_d] = \begin{bmatrix} e_1 & e_2 \\ e_1 & -e_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_3 & e_4 \\ \lambda'e_3 & -\lambda'e_4 \end{bmatrix}; \quad (18)$$

$$\begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} \\ c_{21} & c_{22} \end{bmatrix} = h^{-1} \begin{bmatrix} 1 & -1 \\ e_1 & -e_2 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \lambda' & -\lambda' \\ \lambda'e_3 & -\lambda'e_4 \end{bmatrix}. \quad (19)$$

На рис. 5 представлена схема резонатора с заглушкой.

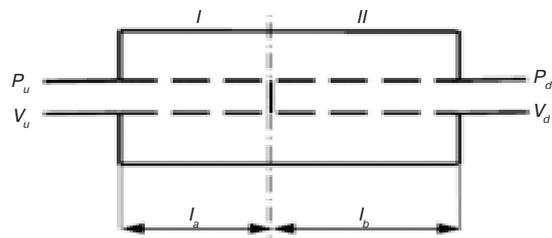


Рис. 5. Резонатор с заглушкой

Этот элемент может быть представлен в виде двух последовательно соединенных перфорированных секций I и II. Если матрицы передачи этих секций  $[T_{s1}]$  и  $[T_{s2}]$  известны, то матрица передачи резонатора с заглушкой

$$[T_{ps}] = [T_{s1}][T_{s2}]. \quad (20)$$

Матрицы передачи первой и второй секций  $[T_{s1}]$  и  $[T_{s2}]$  по-прежнему определяются через общие формулы (12)–(15). При этом первой перфорированной секции соответствуют следующие значения индексов:  $u = 1, d = 2, m = 2, q = 1$ . Вторая секция характеризуется индексами  $u = 2, d = 1, m = 1, q = 2$ . Граничные условия для обеих секций соответствуют значениям импедансов  $Z_m = Z_q = \infty$ .

Аналогичным образом определяются и матрицы передачи элементов с часто перфорированной трубой. Отличия в этом случае будут состоять в том, что импедансы  $Z_m$  и  $Z_q$  будут определяться длинами неперфорированных участков трубы.

### 5. Потери передачи

Зная матрицу передачи глушителя, можно определить его акустическую эффективность. В качестве показателя акустической эффективности целесообразно использовать потери передачи глушителя, определяемые через коэффициенты его матрицы передачи (11) формулой:

$$TL = 20 \lg \left[ \frac{1}{2} |T_A + T_B + T_C + T_D| \right]. \quad (21)$$

Для выявления общих закономерностей влияния на акустические характеристики глушителя его параметров потери передачи выразим не как функцию частоты, а как функцию безразмерного параметра  $m = d_n / \lambda$ , где  $d_n$  – внутренний диаметр перфорированной трубы;  $\lambda$  – длина звуковой волны. С этой же целью через величину  $d_n$  выразим и все геометрические параметры глушителя, вводя в рассмотрение следующие безразмерные параметры:

$$\begin{aligned} m &= S_r / S_n; & n &= l / d_n; \\ d' &= d_o / d_n; & t' &= t / d_o, \end{aligned} \quad (22)$$

где  $S_r, S_n$  – площади поперечных сечений соответственно всего концентрического глушителя и перфорированной трубы;  $d_o, t$  – соответственно диаметр отверстий перфорации и толщина перфорированной трубы.

Отсюда можем получить следующие соотношения

$$\begin{aligned} h &= S_{x2} / S_{x1} = (S_r - S_n) / S_n = m - 1; \\ kl &= 2pl / \lambda = 2pn d_n / \lambda; \end{aligned}$$

$$\beta_s = \frac{K_1 + K_2}{o} = \frac{P_a}{o} \left( \frac{1}{S_{x1}} + \frac{1}{S_{x2}} \right) = \frac{4}{d_n o} \frac{m}{(m-1)}.$$

$$\lambda' = \sqrt{1 - j \frac{\beta_s}{k}} = \sqrt{1 - j \frac{2\lambda}{pd_n o} \frac{m}{(m-1)}}. \quad (23)$$

Важным параметром, входящим в приведенные выше формулы и определяющим акустические характеристики рассматриваемых глушителей, является нормированный импеданс перфорации  $o$ . На основе анализа представленных в [4, 10, 12] результатов и при использовании введенных в рассмотрение безразмерных величин (22) для этого параметра может быть получено следующее выражение:

$$\begin{aligned} o &= \left\{ 6,0 \cdot 10^{-3} + jkd_n d' \left[ t' + 0,75 \left( 1 - 2,5\sqrt{\sigma/p} \right) \right] \right\} / \sigma = \\ &= \left( 6,0 \cdot 10^{-3} + jkd_n l' \right) / \sigma. \end{aligned} \quad (24)$$

### 6. Результаты расчёта

В качестве примера вычислим потери передачи концентрического резонатора. Примем  $d' = 0,05, t' = 0,5$ . Графики потерь передачи для  $n = 9, \sigma = 0,4$  и различных значений  $m$  представлены на рис. 6.

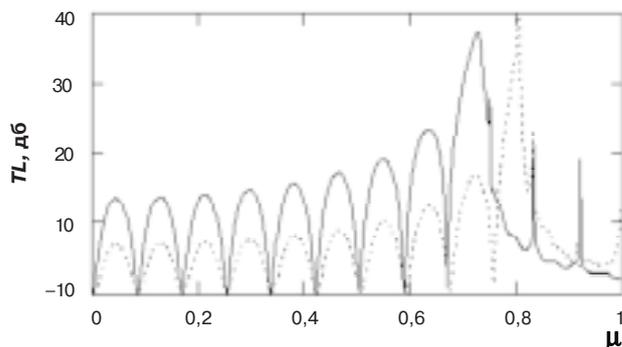


Рис. 6. Потери передачи концентрического резонатора при  $m = 4$  (---) и  $m = 9$  (—)

Аналогичные графики при  $m = 4, n = 8$  и различных значениях пористости перфорации  $\sigma$  показаны на рис. 7.

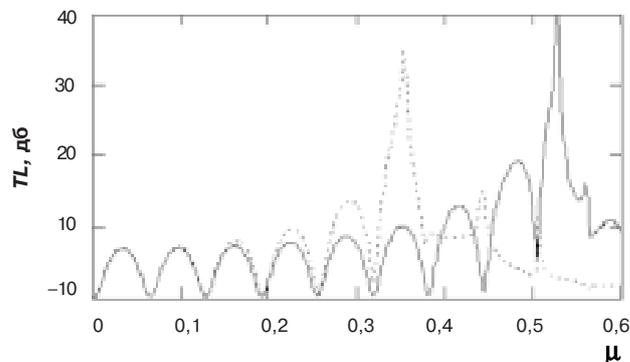


Рис. 7. Потери передачи концентрического резонатора при  $\sigma = 0,04$  (---) и  $\sigma = 0,08$  (—)

Представленные графики показывают, что на низких частотах (малых  $\mu$ ) потери передачи концентрического резонатора практически совпадают с потерями передачи камеры расширения соответствующих размеров, т.е. при этом перфорацию можно считать акустически прозрачной. С ростом частоты огибающая потеря передачи начинает возрастать, принимая на некоторой резонансной частоте, определяемой импедансом перфорации, максимальные значения.

Значение этой резонансной частоты  $\mu_0$  можно получить из выражения (23), если, следуя [13],

представить его в виде  $\lambda' = \sqrt{1 - m_0^2 / m^2}$ . При этом в соответствии с формулой (24) для импеданса перфорации в пренебрежении в ней первым слагаемым, определяющим потери на трение в отверстии, будем иметь

$$m_0 = \frac{1}{p} \sqrt{\frac{\sigma m}{l'(m-1)}}. \quad (25)$$

Отметим, что рассмотренная модель описывает распространение в перфорированной секции плоских звуковых волн. В действительности на высоких частотах в глушителе появляются высшие моды звуковых волн, что существенно влияет на его потери передачи. Так, для камеры расширения круглого поперечного сечения [14] граничная час-

тота, определяющая правомерность использования плоской модели,  $m_{гр} = 1,22 / \sqrt{m}$ . При этом с увеличением степени расширения камеры  $m$  граничная частота  $\mu_{гр}$  падает, тем самым сужая частотный диапазон, для которого правомерно использование плоской модели глушителя.

## 7. Заключение

Представленные в работе акустические характеристики глушителя, выраженные через его безразмерные параметры, существенно облегчают поиск конфигураций глушителя, удовлетворяющего требованиям к их акустической эффективности при заданных ограничениях, например, на габаритные размеры глушителя. Используя в качестве базового геометрического размера диаметр патрубков глушителя, можно перейти к действительным размерам рассчитываемого глушителя шума.

Таким образом, предложенная методика аналитического расчета позволяет оперативно получать и анализировать акустические характеристики различных конфигураций глушителей шума с перфорированными трубами и может быть использована при проектировании систем снижения газодинамического шума машин и оборудования.

**Работа выполнена в рамках аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала Высшей школы».**

### Список литературы

1. **Салливан Дж. У.** Моделирование шума выхлопной системы двигателя // Аэродинамический шум в технике: пер. с англ. – М.: Мир, 1983. – С. 233–256.
2. **Старобинский Р.Н.** Глушители шума // Техническая акустика транспортных машин: справочник / под ред. Н.И. Иванова. – СПб.: Политехника, 1992. – С. 200–265.
3. **Sullivan J.W.** Analysis of concentric-tube resonator having unpartitioned cavities / J.W. Sullivan, M.J. Crocker // Journal of Acoustical Society of America. – 1978. – V. 64. – № 2. – P. 207–215.
4. **Sullivan J.W.** A Method for Modeling Perforated Tube Muffler Components / J.W. Sullivan // Journal of the Acoustical Society of America. – 1979. – V. 66. – № 3. – P. 772–788.
5. **Jayaraman K.** Decoupling Approach to Modeling Perforated Tube Muffler Components / K. Jayaraman, K. Yam // Journal of the Acoustical Society of America. – 1981. – V. 69. – № 2. – P. 390–396.
6. **Morel T., Morel J., Blaser D.A.** Fluid-dynamic and acoustic modeling of concentric tube resonators/silencers // SAE paper № 910072. – 1991. – 16 p.
7. **Munjal M.L.** Aeroacoustic analysis of perforated muffler components / M.L. Munjal, K.N. Rao, A.D. Sahasrabudhe // Journal of Sound and Vibration. – 1987. – V. 114. – № 2. – P. 173–188.
8. **Peat K.S.** A numerical decoupling analysis of perforated pipe silencer elements / K.S. Peat // Journal of Sound and Vibration. – 1988. – V. 123. – № 2. – P. 199–212.
9. **Gogate G.R.** Analytical and experimental aeroacoustic studies of open-ended three-duct perforated elements used in mufflers / G.R. Gogate, M.L. Munjal // Journal of Acoustical Society of America. – 1995. – V. 97. – № 5, pt. 1. – P. 2919–2927.
10. **Selamet A.** Three-pass mufflers uniform perforations / A. Selamet, V. Easwaran, A.G. Falkowski // Journal of Acoustical Society of America. – 1999. – V. 105. – № 3. – P. 1548–1562.
11. **Комкин А.И.** К расчету акустических характеристик глушителей шума / А.И. Комкин, В.В. Тупов // Вестник МГТУ, сер. Машиностроение. – 1994. – № 3. – С. 118–124.
12. **Ingard U.** On the theory and design of acoustic resonators / U. Ingard // Journal of the Acoustical Society of America. – 1953. – V. 25. – № 6. – P. 1037–1061.
13. **Mironov M.A., Orechov D.E.** Bimodal muffler for narrow pipes // Proceedings of Second International Symposium «Transport Noise and Vibration». – St. Peterburg, Russia, 4–6 October, 1994. – P. 97–100.
14. **Комкин А.И.** Камерные глушители шума / А.И. Комкин, С.И. Юдин // Безопасность жизнедеятельности. Приложение. – 2005. – № 11. – 24 с.

УДК 621.43.038.771/772

## КОМБИНИРОВАННЫЕ ПОРИСТЫЕ СЕТЧАТЫЕ МЕТАЛЛЫ SINTERED METAL MESH POROUS MATERIALS

**Ю.М. Новиков**, заведующий отделом, канд. техн. наук,  
**В.А. Большаков**, заведующий лабораторией, инженер научно-исследовательского института  
энергетического машиностроения  
Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана

**Yu.M. Novikov**, deputy chairman, Candidate of technical sciences,  
**V.A. Bolshakov**, chairman of the laboratory, Science and Research Institute of Power Engineering  
Bauman Moscow State Technical University

e-mail: E9@bmtu.ru

*В статье рассматриваются сущность и конструктивно-технологические особенности изделий из новых типов пористых сетчатых металлов (ПСМ), изготовленных на основе сочетания различных проницаемых и непроницаемых металлических материалов, соединенных между собой методом горячей прокатки в вакууме (КПСМ)<sup>1</sup>. Разработка в рамках «проекта КПСМ» вошла в число наиболее успешных инновационных разработок в РФ.*

*The article deals with the essence and construction and technical specifications of products made from new types of metal mesh porous materials, produced through the combination of different permeable and non-permeable metal materials, sintered through the method of hot rolling in vacuum. The working-out in the frame of “project Sintered metal mesh porous materials” was enlisted among the most successful innovative developments in the RF.*

**Ключевые слова:** пористые материалы (porous materials), металлические сетки (metal meshes), пористые металлы (porous metals), фильтры (filters), капиллярные заборные устройства (capillary intakes), фазоразделители (phase separators), проект КПСМ (project Composite porous gauzy materials)

### 1. Историческая справка

У истоков создания пористых сетчатых металлов (ПСМ) стояло несколько специализированных и технологических кафедр МГТУ им. Н.Э. Баумана (тогда МВТУ им. Н.Э. Баумана). Среди научных коллективов по созданию ПСМ и исследованию их свойств выделялись две научные группы под руководством профессоров С.В. Белова и В.М. Поляева. После того как в 1976 г. С.В. Белов возглавил кафедру «Охрана труда» (ныне кафедра «Экология и промышленная безопасность»), на ней стали активно вестись научно-исследовательские работы, связанные с изучением свойств пористых металлов, в частности пористых сетчатых металлов, и их применением в различных отраслях промышленности, в т.ч. для обеспечения безопасности. В группу С.В. Белова на кафедре, работавшую над различными аспектами рассматриваемой проблемы, входили: Ю.М. Новиков, В.А. Большаков, Г.П. Павлихин, В.А. Девисилов, В.С. Спиридонов, В.Н. Жданов, С.Б. Кауханов, Н.Г. Приходько, Н.Ю. Краусовицкая и другие, многие из которых и сегодня

трудятся на кафедре и в научных подразделениях МГТУ им. Н.Э. Баумана, созданных на базе научной лаборатории кафедры.

В 1988 г. при МГТУ был создан Научно-исследовательский институт энергетического машиностроения (НИИЭМ), который (после ряда организационных преобразований) ныне, как и кафедра «Экология и промышленная безопасность», входит в состав Научно-учебного комплекса «Энергомашиностроение» (НУК Э). В рамках НИИЭМ на базе оборудования и сотрудников кафедры была создана лаборатория ЭМ-05 (ныне один из наиболее успешно работающих отделов института), целевыми назначениями которой являлись исследование, разработка и внедрение в практику ПСМ. Лабораторию возглавил и ныне возглавляет ученик профессора С.В. Белова канд. тех. наук Ю.М. Новиков.

Лаборатория (в настоящее время отдел ЭМ-05 «Научно-производственный центр «КПСМ-фильтр») стала центром, осуществляющим руководство работой научно-внедренческой темы «Проект КПСМ» и объединившим практически

---

<sup>1</sup> КПСМ – комбинированный пористый сетчатый металл.

всех специалистов по направлению создания КПСМ. Самое важное достижение проекта – это разработка комплексной технологии, обладающей ноу-хау и позволяющей не просто создавать плоские листы материала с заранее заданными свойствами, а получать плоские развертки изделий КПСМ оболочечного и других типов.

Для производства изделий из КПСМ по заказам предприятий в рамках проекта КПСМ созданы как отдельные технологии, так и отдельные профильные производства, которые включают современные лазерные технологии для раскроя и сварки изделий из КПСМ.

## 2. Технология КПСМ и изделий из них

Основной проблемой, препятствующей созданию и широкому внедрению КПСМ, являлась технологическая проблема создания из них надежных изделий с прогнозируемыми прочностными, фильтрационными и структурными характеристиками. Технология изготовления изделий из КПСМ сложна и включает большое количество технологических операций, разделяющихся на операции изготовления материала и операции изготовления из него готового изделия требуемого назначения. Технология изготовления материала включает несколько операций подготовки исходных металлических сеток (промывка, обезжиривание, разметка, компоновка пакета сеток) и сложных технологических операций изготовления материала, заключающихся в соединении сеток и закладных материалов между собой (вакуумирование, нагрев до заданной температуры, прокатка пакета сеток в вакууме и в горячем состоянии и т.д.). Каждая из технологических операций изготовления материала должна осуществляться в жестких диапазонах режимов – температурных, степени обжатия пакета и т.д. Незначительное отклонение от режима приводит к браку или значительному отклонению от заданных параметров. Особенно сложная проблема состоит в соединении между собой металлических сеток различного типа (различающихся по толщине, диаметру проволоки и т.д.), а также сплошных металлических закладных элементов, необходимых для формирования изделий из полученного материала. В результате многочисленных экспериментов и опытов, занявших не один год, сотрудникам лаборатории удалось достичь успеха и получить информацию ноу-хау по технологии изготовления материала КПСМ, при реализации которой уровень брака сводится к минимуму и обеспечивается создание материала с заранее заданными свойствами при минимальном отклонении от расчетных параметров.

Второй проблемой, стоящей на пути широкого внедрения КПСМ, была разработка надежной технологии изготовления изделий, различных по назначению и форме. И здесь удалось достигнуть успешных результатов, обеспечивающих формирование изделий различных форм и их соединение с применением современных лазерных технологий сварки.

Разработанный материал и технологии обладают мировым приоритетом, и пока никому не удалось создать технологию с той же степенью надежности.

Сущность концепции создания материала КПСМ и изделий из него заключается в минимизации числа факторов, определяющих конструкцию, поскольку каждый фактор характеризует появление новых дефектов при его изготовлении [1]. Выбор факторов определен групповым принципом.

**Факторы первой группы** характеризуют входящие в конструкцию элементы: концевые детали, фильтрующую перегородку, опорный силовой каркас, защитный каркас и т.д.

**Факторы второй группы** характеризуют материалы, из которых изготавливают фильтроэлемент. Другие группы определяют способы соединения КПСМ между собой и с концевыми деталями и т.д. При минимизации числа факторов можно получить высоконадежную конструкцию со стабильными параметрами, которые легко контролируются.

КПСМ – это сложная многофункциональная система. Основное функциональное поле которой – фильтровальные, прочностные параметры; характеристики зон малой пористости (концевые зоны, места заделки). Материал состоит из защитных, силовых и рабочих слоев.

Системный подход к конструкции, технологиям изготовления материала и изделий позволил создать высоконадежную конструкцию. Группой специалистов по прочности во главе с д-ром техн. наук, профессором В.А. Перовым был разработан алгоритм расчета изделий из КПСМ и проведен их расчет [2].

Разработка и производство изделий из КПСМ предусматривают следующие основные этапы:

- изучение объекта, для которого требуется изделие из КПСМ;
- разработка (расчет, подготовка составляющих компонентов) и производство плоского листа КПСМ;
- изготовление плоской развертки изделия из КПСМ с применением лазерных технологий;
- формообразование изделия КПСМ из плоской развертки и проведение на основе лазерных технологий соединения с концевыми деталями;

■ проведение тестовых испытаний на соответствие параметров изделия техническому заданию, предъявление продукции заказчику, приемка изделий заказчиком.

В настоящее время создана интегрированная производственная система создания материала и изделий из него, базирующаяся на отечественных сырьевых составляющих, промышленных и производственных участках, обеспечивающая все запросы промышленности, проявившие интерес к этим разработкам.

### 3. Внедрение изделий из КПСМ

Разработанный материал и изделия из него сразу же вызвали практический интерес со стороны предприятий тех отраслей промышленности, где требуются высоконадежные, эффективные, с заданными функциональными параметрами конструкции из проницаемых материалов. Перечислим уже внедренные в отечественную практику разработки.

Создан и внедрен принципиально новый конический **фильтр-фазоразделитель (ФФ)** для топливного бака (ТБ) космического изделия «КУПОН» [3]. Конструкция разработана в кооперации с заказчиком – НПО им. С.А. Лавочкина в 1993–1994 гг. Изготовлены три изделия, которые были установлены на космических аппаратах, совершивших полеты в 1995 г.

Созданы в кооперации с КБ «Салют» ГКНПЦ им. М.В. Хруничева (в настоящее время ФГУП ГКНПЦ им. М.В. Хруничева) **фазоразделители (ФР)** различных типоразмеров для торового капиллярного заборного устройства (КЗУ) разгонного блока (РБ) «Бриз-М» [4, 5], которые до сих пор, начиная с 1997 г., поставляются потребителю (см. рис. 1 на 4-й странице обложки). Всего было разработано и принято в эксплуатацию три модификации КЗУ, собираемого из различных типоразмеров ФР. В настоящее время поставляются комплекты из 20 типоразмеров ФР различных модификаций. Общее количество уже поставленных комплектов – 59 шт., в составе которых более 4000 шт. ФР. Согласно [6], подавляющее большинство пусков (более 80%) ракетносителей «Протон-М» проводится с РБ «Бриз-М», дополнительные ТБ которого оснащены нашими ФР. Установлено, что применение КЗУ с ФР из КПСМ обеспечивает сокращение невырабатываемых остатков жидких компонентов топлива в топливных баках РБ «Бриз-М» с 700 кг до 40–118 кг. Кроме того, КЗУ с нашими ФР почти в 2 раза легче КЗУ, выполненных по традиционной каркасно-сетчатой схеме. Программа по поставкам комплектов ФР рассчитана до 2015 г. Последние несколько лет около 20% мирового сег-

мента телекоммуникационного обслуживания выполняется космическим комплексом «Протон-М»–«Бриз-М». Однако ФГУП ГКНПЦ им. М.В. Хруничева планирует параллельно с РН «Протон-М» использовать новые ракетносители «Ангара-3» и «Ангара-5», также оснащенные РБ «Бриз-М».

Создан и внедрен **конический бескаркасный фильтроэлемент (ФЭ) двухстороннего действия** из КПСМ для очистки компонентов топлива (жидкого кислорода и керосина) по программе «Морской старт» («SEA LAUNCH») [2]. Особенностью этой конструкции является широкий температурный диапазон работоспособности – от минус 196°С до плюс 50°С при условии двустороннего действия (т.е. и заправки компонентов, и аварийного их слива). По сравнению с замененным аналогом на основе сеток ФЭ из КПСМ значительно стабильней в работе, легче по массе, проще в эксплуатации. Заказчику и соразработчику – ЗАО РКК «Энергия» им. С.П. Королева поставлено около 100 единиц изделий.

Разработаны и внедрены по заданию «Мострансгаза» **ФЭ для очистки масел** в агрегатах закачки природного газа в подземные хранилища. Самые новые разработки по этому направлению – ФЭ из КПСМ с последовательно расположенными обечайками с толщиной очистки 10 мкм в системе подготовки буферного газа для сухих газодинамических уплотнений для газоперекачивающего агрегата ГПА-12-05.

Одним из основных потребителей продукции из КПСМ являются предприятия химической промышленности. На рис. 2 (см. 4-ю страницу обложки) приведены примеры выполнения конструкций из КПСМ в виде плоских изделий (круг) на тонкость очистки 100 мкм для установки на опорный каркас или для круговой заделки в корпусные детали и на 40 мкм повышенной жесткости (на фото справа).

Фильтроэлементы из КПСМ на 40 мкм, разработанные и поставляющиеся для газоразделительных систем, приведены на рис. 3 (см. 4-ю страницу обложки). Конструкции выполнены в бескаркасном исполнении. Для работы в условиях нормальных и криогенных температур для химических аппаратов разработаны и поставляются ФЭ на тонкость очистки 40 мкм.

На рис. 4 (см. 4-ю страницу обложки) показаны различные ФЭ (тонкость очистки от 1–2 мкм и грубее, широкий диапазон эксплуатационных температур и допустимых перепадов давления), разработанные и поставляемые для использования в газовой и химической отраслях промышленности.

Результаты работы МГТУ им. Н.Э. Баумана по направлению «Проект КПСМ» не остаются без внимания научной и производственной общественности.

Экспозиция конструкций из КПСМ регулярно представляется на выставках достижений высоких технологий. Например, только за 2007 и 2008 гг. экспозиция материалов и изделий из КПСМ была представлена от МГТУ им. Н.Э. Баумана на 15 выставках:

- 7-й Московский международный салон инноваций и инвестиций (5–8 февраля 2007 г., Москва, ВВЦ), диплом и золотая медаль;
- Международная промышленная ярмарка Hannover Messe (16–20 апреля 2007 г., Ганновер, Германия);
- 8-й Международный форум «Высокие технологии XXI века» (23–26 апреля 2007 г., Москва, Экспоцентр);
- 98-й Международный салон изобретений «Конкурс Лепин» (27 апреля – 8 мая 2007 г., Париж, Франция), диплом и бронзовая медаль;
- 8-я Специализированная выставка «Изделия и технологии двойного назначения. Диверсификация ОПК» (2–5 октября 2007 г., Москва, ВВЦ);
- 9-я Международная ярмарка China Hi-Tech Fair (11–16 октября 2007 г., Шеньчжень, Китай);
- 20-й Всемирный энергетический конгресс и выставка World Energy (11–15 ноября, 2008 г., Рим, Италия);
- 8-й Московский международный салон инноваций и инвестиций (3–6 марта, 2008 г., Москва, ВВЦ);
- Ганноверская промышленная ярмарка (21–25 апреля, 2008 г., Ганновер, Германия);

#### Список литературы

1. **Новиков Ю.М.** Концепция создания высоконадежных фильтров для объектов повышенной опасности / Ю.М. Новиков, В.А. Большаков // Экология и промышленность России (ЭКиП). – 2001. – Ноябрь. – С. 27–31.
2. **Новиков Ю.М.** Особенности проектировочного расчета на жесткость конических фильтроэлементов двустороннего действия из КПСМ при учете перепада давления и изменения температуры: сб. тезисов докладов Второго межведомственного научно-практического семинара «Проблемы и технологии создания и использования космических систем и комплексов на базе малых космических аппаратов и орбитальных станций». 26–30 октября 1998 г. / Ю.М. Новиков, В.А. Перов, Б.А. Роев. – М.: ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, 1998. – С. 114.
3. **Новиков Ю.М.** Конический фильтр-фазоразделитель ЭМ05-Э0507.1-00 для топливного бака изделия «КУПОН»: сб. тезисов докладов Второго межведомственного научно-практического семинара «Проблемы и технологии создания и использования космических систем и комплексов на базе малых космических аппаратов и орбитальных станций». 26–30 октября 1998 г. / Ю.М. Новиков, В.А. Большаков, В.М. Рудаков. – М.: ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, 1998. – С. 115.
4. **Новиков Ю.М.** Некоторые аспекты разработки капиллярного заборного устройства торовой формы на основе комбинированного пористого сетчатого металла: тезисы доклада Международной конференции «Передовые технологии на пороге XXI века», посвященной 145-летию со дня рождения В.Г. Шухова. 5–9 октября 1998 г. / Ю.М. Новиков, И.С. Партола, В.А. Большаков. – М.: НИЦ «Инженер», 1998. – С. 250–252.
5. **Новиков Ю.М.** Средства обеспечения сплошности РБ «Бриз-М» с применением комбинированных пористых сетчатых металлов: сб. тезисов докладов Второго межведомственного научно-практического семинара «Проблемы и технологии создания и использования космических систем и комплексов на базе малых космических аппаратов и орбитальных станций». 26–30 октября 1998 г. / Ю.М. Новиков, В.А. Большаков, И.С. Партола. – М.: ГКНПЦ им. М.В. Хруничева, 1998. – С. 111.

- 52-я Международная ярмарка техники, технических достижений Technical Fair (12–16 мая 2008 г., Белград, Сербия), диплом и кубок (Великая награда);
- Мировой нефтяной конгресс и выставка (29 июня – 3 июля, 2008 г., Мадрид, Испания);
- Всероссийский образовательный форум (12–16 июля 2008 г., Россия, Селигер);
- 10-я Международная ярмарка высоких технологий China Hi-Tech Fair (12–17 октября, Шеньчжень, Китай);
- 9-я Специализированная выставка «Изделия и технологии двойного назначения. Диверсификация ОПК» (21–24 октября, 2008 г., Москва, ВВЦ), диплом;
- 4-я Международная ярмарка изобретений SIF-2008 (11–15 декабря 2008 г., Сеул, Южная Корея).

#### 4. Заключение

Авторы надеются, что материалы статьи привлекут внимание специалистов и практических работников к разработкам МГТУ им. Н.Э. Баумана в области разработки и внедрения изделий из КПСМ различного назначения. Основными научными и практическими результатами работы кафедры «Экология и промышленная безопасность» по научному направлению «Проект КПСМ» являются разработка концепции и инновационной технологии создания высоконадежных изделий из КПСМ и их широкое внедрение в различные сферы науки, техники и промышленности.

УДК 628

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЛОТОМАШИН ДЛЯ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СТОКОВ

## USING FLOTATION MACHINES FOR INDUSTRIAL WASTE TREATMENT

**Б.С. Ксенофонтов**, д-р техн. наук, профессор,  
**С.Н. Капитонова**, старший преподаватель, канд. техн. наук,  
**А.С. Козодаев**, старший преподаватель, канд. техн. наук,  
**Р.А. Таранов**, старший преподаватель,  
**С.Д. Морозов**, ассистент,  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

**B.S. Xenofontov**, Doctor of Technical Sciences, Professor  
**S.N. Kapitonova**, Senior Teacher, Candidate of Technical Sciences  
**A.S. Kozodayev**, Senior Teacher, Candidate of Technical Sciences  
**R.A. Taranov**, senior teacher  
**S.D. Morozov**, assistant,  
Bauman Moscow State Technical University

---

e-mail: E9@mx.bmstu.ru

*Рассмотрены теоретические аспекты описания процесса флотационной очистки сточных вод. Приведены данные о внедрении и результатах испытаний комбинированных флотационных машин с фильтроэлементами. Указана перспективность использования флотационных колонных аппаратов конструкции для очистки сточных вод от гидрофобных загрязнений.*

*The theoretical aspects of description of the process of flotation sewage water treatment are considered. The article contains the data about implementation and the results of testing the complex flotation machines with filter elements. The authors point out at the perspective of using the flotation constructions for cleaning sewage water from hydrophobia pollutions.*

**Ключевые слова:** флотация (flotation), очистка сточных вод (sewage water treatment)

### 1. Введение

Флотация – один из видов разделения фаз, основанный на формировании всплывающих агломератов (флотокомплексов) загрязнений с диспергированной газовой фазой и последующим их отделением в виде концентрированного пенного продукта (флотошлама). Широкое использование флотации для очистки сточных вод от различных загрязнений (масла, жиры, нефть, нефтепродукты и т.д.) обусловлено их гидрофобностью.

До недавнего времени считалось, что во всех аппаратах при флотации соблюдается закон действия масс, а процессы описываются едиными уравнениями: для монофракций – уравнением К.Ф. Белоглазова, а для промышленных пульп – адсорбционным кинетическим уравнением. Предложив кинетику минерализации пузырьков при флотации, анало-

гичной кинетике взаимодействия молекул и радикалов при химических реакциях 1-го порядка, Белоглазов, однако, не учел главную особенность процесса флотации – образование комплекса «частица – пузырек» (флотокомплекса).

Позже была установлена и обратимость флотационного процесса, приводящая к тому, что образом двухфазных моделей флотационного процесса становится обратимая химическая реакция. Обратимость проявляется не только на стадии перехода из суспензии в пену, но и на стадии прилипания частиц к пузырькам.

### 2. Описание флотационного процесса как трехстадийного

В практике все чаще наблюдается подтверждение, что процесс флотации необходимо рассматривать

как многостадийный, протекающий согласно теории, развиваемой Б.С. Ксенофоновым, по приведенной схеме (рис. 1) и описывающийся в общем случае следующей системой уравнений:

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{dt}C_A &= -K_1C_A + K_2C_B + K_5C_C - K_6C_A; \\ \frac{d}{dt}C_B &= K_1C_A - K_2C_B - K_3C_B + K_4C_C; \\ \frac{d}{dt}C_C &= K_3C_B - K_4C_C - K_5C_C + K_6C_A \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

при условии, что  $C_0 = C_A + C_B + C_C$ , где  $A$  – исходное состояние частиц;  $B$  – состояние прилипания и закрепления частиц на пузырьках;  $C$  – состояние частиц в пенном слое;  $C_A, C_B, C_C$  – концентрация частиц в состояниях  $A, B$  и  $C$  соответственно;  $K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$  – константы переходов флотируемых веществ из одного состояния в другое.

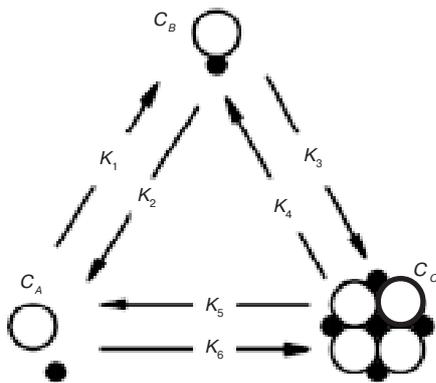


Рис. 1. Схема флотационного процесса

Предложенная система позволяет описывать не только флотационный, но и родственные процессы, такие как ортокINETическая коагуляция. Определение кинетических констант флотационного процесса является достаточно сложной задачей. В общем случае их можно определить из следующих соотношений.

Константа  $K_1$  для разных способов флотации

$$K_1 = \frac{1}{t_0} P_{CN}, \quad (2)$$

где  $P_{CN}$  – вероятность образования флотокомплекса «пузырек – частица» в течение времени  $t_0$ . Однако при флотационном процессе осветления тонкодисперсной суспензии или очистки сточных вод константу  $K_1$  можно определить и из соотношения:

$$K_1 = \frac{1,5qE}{k_0\bar{D}}, \quad (3)$$

где  $q$  – скорость барботирования;  $E$  – эффективность захвата частиц всплывающим пузырьком газа при флотации;  $\bar{D}$  – средний диаметр пузырьков во флотационной ячейке;  $k_0$  – фактор полидисперсности пузырьков. Чаще всего значение этой константы принимается 10–3.

Вероятность разрушения образовавшихся флотокомплексов характеризуется константой:

$$K_2 = C_\phi c v^m G^p \frac{dM^2}{Ef}, \quad (4)$$

где  $C_\phi$  – концентрация флотокомплексов «частица – пузырек»;  $c$  – плотность жидкости;  $v$  – кинематическая вязкость суспензии;  $G$  – градиент скорости;  $p, m$  – коэффициенты ( $1 \leq p \leq 2$ ;  $m = \frac{2}{3}$ );  $d$  – диаметр частицы твердой фазы;  $M$  – отношение диаметра частицы к диаметру пузырька;  $E$  – эффективность захвата частиц всплывающим пузырьком газа;  $f$  – параметр, характеризующий прочность связи между частицей и пузырьком газа.

Перемещения флотокомплексов, «частица – пузырек» из жидкости в пенный слой характеризуются константой:

$$K_3 = \frac{v_{\text{под}}}{h}, \quad (5)$$

где  $v_{\text{под}}$  – скорость подъема флотокомплекса;  $h$  – расстояние от зоны аэрации до пенного слоя (глубина флотокамеры).

Константа  $K_4$ , характеризующая выпадение флотокомплексов из пенного слоя при условии его мгновенного удаления, определяется аналогично константе  $K_2$  при значениях  $0 \leq p \leq 1$ ;  $\frac{1}{5} \leq m \leq \frac{2}{3}$ .

Константа  $K_5$ , определяющая выпадение частиц твердой фазы из пенного слоя в зону аэрации:

$$K_5 = \frac{v_{\text{ос}}}{h}, \quad (5)$$

где  $v_{\text{ос}}$  – скорость осаждения частиц твердой фазы, выпадающих из пенного слоя, как правило, может рассчитываться по формуле Стокса.

Вероятность перехода частиц твердой фазы из жидкости в пену характеризуется константой:

$$K_6 = \psi \frac{\partial}{\partial x} \left\{ \frac{1}{2\sqrt{p\psi t}} \left[ \frac{\exp\left(-\frac{(x-h)^2}{4\psi t}\right)}{-\exp\left(-\frac{(x+h)^2}{4\psi t}\right)} \right] \right\}, \quad (6)$$

где  $t$  – время;  $x$  – текущее расстояние от границы пенного слоя;  $\psi$  – коэффициент диффузии частиц твердой фазы в жидкости.

### 3. Уточнение многостадийной модели флотационного процесса

После решения системы уравнений (1) и проведения исследований С.Н. Капитоновой в этой области было установлено, что часть флотокомплексов уносится с потоком очищаемой жидкости, примерные размеры газовых пузырьков, входящих в их состав,  $d < 0,1$  мм при скорости  $v < 1$  мм/с. Также было доказано, что необходим учет процесса коалесценции, протекающего во флотомашине, который оказывает существенное влияние на количество и размер пузырьков и соответственно способствует интенсификации процесса. Именно поэтому описанная выше схема (рис. 1) была усложнена добавлением состояния  $D$ , характеризующим укрупненный (скоалесцированный) флотокомплекс (рис. 2).

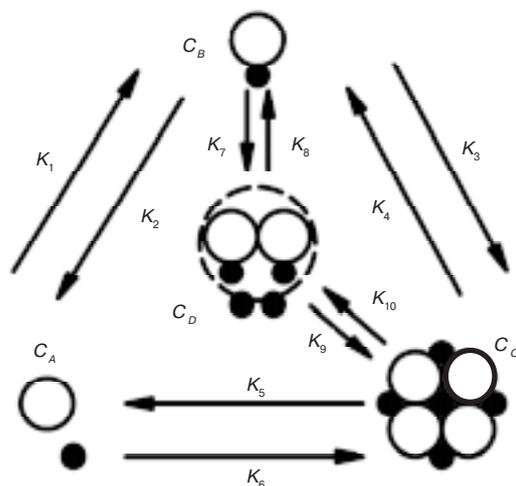


Рис. 2. Схема флотации с учетом явления коалесценции флотокомплексов

Данная схема является общей при расчете флотационного процесса с учетом коалесценции для всех типов флотомашин, работающих с различными загрязнениями. Для каждого конкретного случая флотации в зависимости от особенностей протекания процесса (тип флотомашин, вид загрязнения и т.п.) и расчета констант перехода приведенная система уравнений (8), описывающая схему, будет изменяться и упрощаться.

$$\left. \begin{aligned} \frac{d}{dt}C_A &= -K_1C_A + K_2C_B - K_6C_A + K_5C_C; \\ \frac{d}{dt}C_B &= K_1C_A - K_2C_B - K_3C_B + K_4C_C - K_7C_B + K_8C_D; \\ \frac{d}{dt}C_C &= K_3C_B - K_4C_C + K_6C_A - K_5C_C + K_9C_D - K_{10}C_C; \\ \frac{d}{dt}C_D &= K_7C_B - K_8C_D - K_9C_D + K_{10}C_C, \end{aligned} \right\} (8)$$

где  $K_7$  – константа перехода флотокомплексов в укрупненный флотокомплекс за счет их коалесценции;  $K_8$  – константа, характеризующая распад укрупненного флотокомплекса на более мелкие;  $K_9$  – константа перехода укрупненного флотокомплекса в пенный слой, а  $K_{10}$  – константа, характеризующая выпадение укрупненного флотокомплекса из пенного слоя.

Расчет констант производится следующим образом.

Константа  $K_7$  рассчитывается из уравнения:

$$K_7 = \frac{4G\alpha\varphi}{3\nu} \quad (9)$$

где  $G$  – эффективный градиент сдвига гидродинамического поля:  $G = \sqrt{qg/\nu}$ ;  $g$  – ускорение сил тяжести;  $\nu$  – кинематическая вязкость жидкости;  $q$  – скорость барботажа;  $\alpha$  – эффективность коалесценции;  $\varphi$  – объемная доля газовой фазы.

Константа  $K_8$  рассчитывается аналогично константе  $K_2$ , т.к. распад объединенного флотокомплекса происходит аналогично распаду обычного флотокомплекса.

Константа  $K_9$  вычисляется аналогично константе  $K_3$ , т.к. стадии перехода флотокомплекса и укрупненного флотокомплекса в пену аналогичны:

$$K_9 = \frac{v_{\text{оф}}}{h}, \quad (10)$$

где  $v_{\text{оф}}$  – скорость подъема объединенного флотокомплекса.

Константа  $K_{10}$  вычисляется аналогично константе  $K_4$ .

Благодаря усовершенствованию методики расчета процесса флотации было установлено, что во флотационных камерах возможно очищение нефтесодержащих сточных вод до их концентрации 1 мг/л и сокращения времени флотации до 15 мин. Прежде в практике очистки сточных вод с использованием флотации обычно достигалась остаточная концентрация загрязняющих гидрофобных веществ в очищенной воде примерно 4–10 г/л, а время флотации составляло 20–30 мин. Кроме того, было установлено, что не все вещества, даже перешедшие во флотокомплексы, извлекаются, а часть веществ вообще не извлекается при осуществлении этого процесса – это гидрофильные и растворенные вещества (рис. 3).

Поэтому для повышения эффективности работы флотомашин целесообразным является использование фильтрующих элементов, в которых проявляются также явления коалесценции и адсорбции (рис. 4).

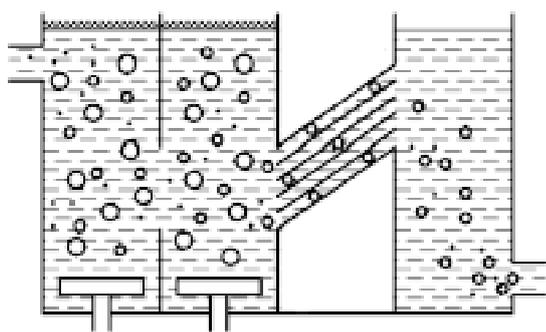


Рис. 3. Процесс флотации в известной пневматической флотомашине

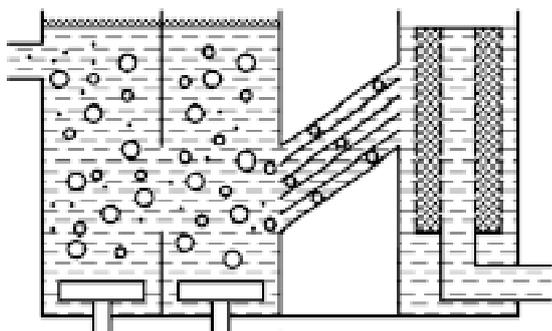


Рис. 4. Флотационный процесс в комбинированной флотомашине с фильтрующим элементом

#### 4. Внедрение полученных результатов

Одним из вариантов модернизации уже имеющихся пневматических установок может быть использование в выходной камере флотомашин различных фильтрующих элементов. На Усть-Илимской ГЭС ОАО «Иркутскэнерго» были проведены предварительные испытания внедрения тканевых и нетканых сорбентов (в частности, нетканый материал «Мегасорб») в выходной камере флотомашин.

Измерения, проведенные на Усть-Илимской ГЭС, показали, что с использованием такой флотомашин может быть достигнута очистка нефтепродуктов до 0,54–0,79 мг/л. Результаты этих испытаний явились стимулом для разработки на кафедре «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Баумана комбинированной флотационной машины с фильтрующими элементами (рис. 5).

Она состоит из корпуса 1, на внешней стороне которого установлен патрубок 2 для подачи исходной сточной воды, пенный желоб 3 и патрубок 4 для вывода загрязнений в виде пенного продукта, патрубок 5 для вывода очищенной воды. Внутри корпуса установлены дисковые аэраторы 6, через которые подается газ (воздух), а также полупогружные перегородки 7, блок тонкослойного осветления 8, устройство для регулирования уровня жидкости 9 и фильтрующий элемент, который

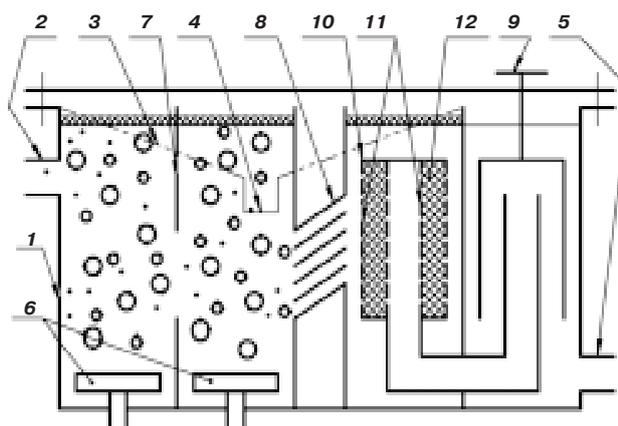


Рис. 5. Комбинированная флотомашина для очистки сточных вод

состоит из каркаса 10 с перфорированными внешней и внутренней поверхностями 11, между которыми расположена фильтрующая загрузка 12.

В качестве загрузки, на основании проведенного ранее теоретического анализа, в изготовленном фильтрующем элементе комбинированной флотационной машины используются различные нетканые материалы и зернистые загрузки.

Результаты проведенных исследований фильтрующего элемента с различными видами фильтрующих материалов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты испытаний фильтрующего элемента, проведенные в лаборатории МГТУ им. Н.Э. Баумана (анализ воды выполнен ЗАО «Роса»)

Материал	«Мегасорб»	«Мегасорб» + праестол	Активированный уголь марки 607С	УВИС-АК-В
Концентрация нефтепродуктов на входе в фильтрующий элемент, мг/л	0,52	0,52	0,52	1
Концентрация нефтепродуктов на выходе из фильтрующего элемента, мг/л	0,44	0,28	0,32	0,06

В МГТУ им. Н.Э. Баумана была разработана и изготовлена модельная установка комбинированной пневматической флотационной машины с фильтрующими элементами, отличающаяся от оригинала лишь наличием одной флотационной камеры и рассчитанная на производительность 1 м<sup>3</sup>/ч. Принципиальная схема использования опытной комбинированной флотомашин изображена на рис. 6.

Таблица 2

Результаты испытаний комбинированной пневматической флотомашины с фильтроэлементом, проведенные в лаборатории МГТУ им. Н.Э. Баумана (анализ воды выполнен ЗАО «Роса»)

Исходная сточная вода (содержащая нефтепродукты)	После флотации через 2 мин	После флотации через 4 мин	После флотации через 6 мин	После флотации через 8 мин	После флотации через 10 мин	Очищенная сточная вода (в выходной камере флотомашины)
29 мг/л	16,8 мг/л	11 мг/л	6,7 мг/л	3,7 мг/л	1,9 мг/л	0,04 мг/л

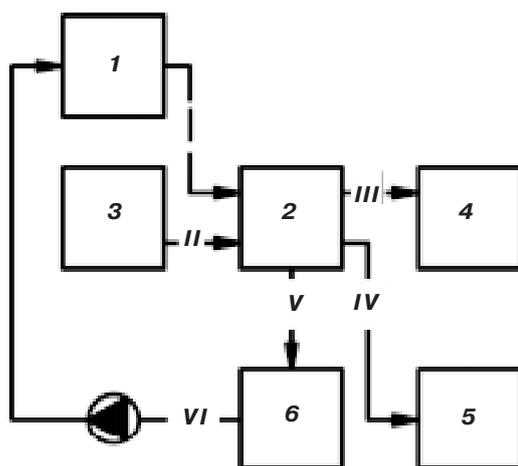


Рис. 6. Схема лабораторных испытаний комбинированной флотомашины пневматического типа с фильтрующим элементом:

1 – емкость исходной воды; 2 – комбинированная флотомашина; 3 – компрессор; 4 – шламособорник; 5 – емкость очищенной воды; 6 – емкость аварийного слива; 7 – насос; I – подача исходной воды; II – подача воздуха; III – отвод пенного продукта; IV – отвод очищенной воды; V, VI, VII – аварийный слив воды

Испытания опытного образца комбинированной пневматической флотомашины с фильтрующим элементом представлены в табл. 2.

В данный момент внедрено несколько опытно-промышленных образцов комбинированной пневматической флотомашины с фильтрующими элементами (на путевой машинной станции № 307 Московской железной дороги, в г. Вязьма Смоленской области, в депо г. Смоленска на участке мойки подвижных составов), особенность которых состоит в том, что они рассчитаны на производительность 5 м<sup>3</sup>/ч, поэтому в них установлено три фильтрующих элемента. Основные технические характеристики внедренных опытно-промышленных образцов представлены в табл. 3.

Таблица 3

Технические характеристики комбинированной пневматической флотомашины с фильтроэлементами

Производительность, м <sup>3</sup> /ч	2–3
Количество камер флотации, шт	3
Габаритные размеры камеры, мм:	
длина	500
ширина	1000
высота	1000
Толщина стенки, мм	4–6
Удельный расход воздуха, м <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> в мин	1,2
Тип азраторов	дисковый
Количество азраторов	6

## 5. Преимущества комбинированных флотационных машин

По сравнению с аналогами, комбинированная пневматическая флотационная машина обеспечивает более высокую степень очистки сточной воды от гидрофобных примесей. Благодаря использованию встроенных фильтрующих элементов эффективность очистки достигает 95–98%, а значение концентраций гидрофобных загрязнений в очищенной жидкости составляет от 0,05 до 0,5 мг/л, что в большинстве случаев позволяет отказаться от использования дорогостоящих фильтров доочистки сточной воды. Использование ПФМ-05 не только обеспечивает экономию занимаемых площадей, но и снижает капитальные затраты до 25%.

Описанная выше комбинированная флотомашинна с фильтрующими элементами может применяться:

- на нефтедобывающих и нефтеперерабатывающих предприятиях;
- ликвидации аварийных разливов нефти;
- мясокомбинатах;
- молокозаводах;
- птицефабриках;
- маслобойных, пивоваренных заводах;
- заводах растительных масел;
- объектах малоэтажного строительства (дачные, коттеджные поселки, фермерские хозяйства и т.д.);
- в машиностроительной промышленности и т.д.

## 6. Флотационный колонный аппарат – перспективный вариант флотационной машины

К перспективным разработкам следует отнести колонные флотационные аппараты (ФКА) для очистки сточных вод от гидрофобных загрязнений [4].

Несмотря на то что применение колонных аппаратов для очистки сточных вод от гидрофобных загрязнений во многих случаях можно считать оправданным, они все же часто уступают по эффективности механическим флотационным машинам, в основном из-за неравномерной по площади подачи воздуха, крупных пузырьков со значительным

разбросом по диаметру, значительного продольного перемешивания по всему объему колонн (при достаточно большом расходе воздуха) и высокой турбулентности в верхней части.

Устранение этих недостатков, на наш взгляд, возможно в конструкции ФКА, представленной на рис. 7.

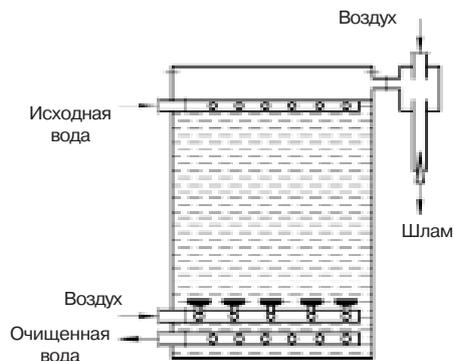


Рис. 7. Запатентованная модель флотоколонны

В такой конструкции за счет равномерного распределения аэраторов, наличия распределительных систем подачи и отвода жидкости и аппарата

отвода пены возможно достижение высокой эффективности очистки [5].

## 7. Заключение

Процесс флотации необходимо рассматривать как многостадийный, при этом необходим учет процесса коалесценции, протекающего во флотомашине, который способствует интенсификации процесса.

Схема (рис. 2) и система уравнений (8) являются общими при расчете флотационного процесса с учетом коалесценции для всех типов флотомашин, работающих с различными загрязнениями.

Внедрено несколько опытно-промышленных образцов комбинированной пневматической флотомашины с фильтрующими элементами.

Комбинированная флотомашина с фильтрующими элементами может применяться для очистки сточных вод от гидрофобных загрязнений и имеет лучшие, по сравнению с известными флотомашинами, технико-экономические показатели.

Перспективным является и применение флотационных колонных аппаратов улучшенной конструкции.

## Список литературы

1. **Ксенофонтов Б.С.** Флотационная очистка сточных вод / Б. С. Ксенофонтов. – М.: Новые технологии, 2003. – 164 с.
2. **Ксенофонтов Б.С.** Очистка воды и почвы флотацией / Б. С. Ксенофонтов. – М.: Новые технологии, 2004. – 224 с.
3. **Капитонова С.Н.** Совершенствование оборотных систем водопользования и разработка комбинированной флотомашины с фильтроэлементами для их реализации: дис. ... канд. техн. наук / С.Н. Капитонова. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 148 с.
4. **Ксенофонтов Б.С.** Использование струйной аэрации в процессах флотационной очистки сточных вод / Б.С. Ксенофонтов [и др.] // Безопасность жизнедеятельности. – 2008. – № 10. – С. 2–5.
5. **Ксенофонтов Б.С., Морозов С.Д.** Флотационная колонна. Патент на полезную модель. RU 67 893 U1.

## Объявлен сбор заявок на формирование ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы»

Министерство образования и науки Российской Федерации в рамках мероприятий федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2012 годы», утвержденной Постановлением Правительства Российской Федерации от 17 октября 2006 г. № 613 (в редакции от 18 августа 2007 г.), приглашает к сотрудничеству и предлагает заинтересованным юридическим и физическим лицам принять участие в формировании на 2011 г. тематики и объемов финансирования работ и проектов.

Заявка подготавливается путем ввода сведений о предлагаемом к реализации проекте в базу данных через Web-интерфейс, расположенный в сети Интернет по адресу: <http://tematika.fcntp.ru>.

Рабочие группы приступают к рассмотрению заявок начиная с 6 октября 2010 г.

Проведение организационно-технических мероприятий по приему, регистрации и предварительной экспертизе заявок в соответствии с утвержденными организационными и методическими документами обеспечивает государственное учреждение «Государственная дирекция целевой научно-технической программы», осуществляющее функции оперативного управления реализацией программы (дирекция).

Консультации по вопросам подготовки заявок осуществляются специалистами дирекции по телефону 8-495-642-00-70 с 9.00 до 18.00 и по электронной почте: [vopros@fcntp.ru](mailto:vopros@fcntp.ru).

Формы документов, необходимых для подготовки заявки, размещены на официальном сайте программы: <http://fcntp.ru>.

Дата начала приема заявок – дата опубликования данного извещения (31.08.2010 г.)

Дата окончания приема заявок не устанавливается.

УДК 378

## СОДЕРЖАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВУЗОВСКИХ ОСНОВНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ (на примере направления «Техносферная безопасность»)

### CONTENT AND TECHNOLOGY OF PLANNING MAIN EDUCATIONAL PROGRAMS AT HIGHER SCHOOL (by the example of “Safety in technosphere”)

**В.А. Девисилов**, канд. техн. наук, доцент,  
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

**V.A. Devisilov**, Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor,  
Bauman Moscow State Technical University

---

**e-mail:** devisil@mail.ru

*Статья посвящена содержанию и технологиям проектирования вузовских образовательных программ, базирующихся на новых федеральных государственных образовательных стандартах высшего профессионального образования. Проблема рассмотрена на примере направления «Техносферная безопасность». Акценты в статье сделаны на проектирование модульных программ, основанных на системе накопления зачетных единиц, на балльно-рейтинговой системе оценки успешности освоения образовательной программы и на разработке модульных рабочих программ учебных дисциплин.*

*The article is dedicated to the content and technologies of planning educational programs at higher school, based on the new federal state educational standards of higher professional education. The problem is considered by the example of “Safety in techno sphere”. The author emphasizes planning module programs based on the system of accumulating credits, on the score and rating testing system and on the designing the module working programs for classroom disciplines.*

**Ключевые слова:** образовательная программа (educational program), технология проектирования программы (technology of planning a program), профессиональное образование (professional education), система диагностики компетенций (system of diagnosis of competences)

**У**тверждены Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) по новым направлениям подготовки бакалавров и магистров. В ближайшее время будут утверждены стандарты подготовки специалистов. В 2011 г. прием в вузы будет осуществляться в соответствии с новыми утвержденными направлениями и специальностями.

Вузам требуется разработка вузовских образовательных программ в соответствии с новыми ФГОС, которые имеют существенные отличия от ныне действующих программ.

В учебно-методический совет «Техносферная безопасность» УМО вузов по университетскому политехническому образованию и к автору статьи поступает много вопросов из вузов, намеренных реализовывать подготовку кадров по направлению «Техносферная безопасность». Вопросы касаются структуры, содержания и технологии разработки вузовских образовательных программ. Частично

ответ на эти вопросы был дан автором статьи на семинаре, который был проведен в рамках 4-го Всероссийского совещания заведующих кафедрами по вопросам образования в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды (Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 21–26 сентября 2009 г.) [1].

Данная статья ставит своей целью дать ответы на возникающие у вузов вопросы и помочь разработчикам вузовских образовательных программ.

#### **1. Основная образовательная программа – примерная структура и макет содержания**

**Основная образовательная программа (ООП)** – это совокупность учебно-методической документации, обеспечивающей воспитание, обучение и качество подготовки обучающихся на основе принятой в вузе образовательной технологии. Рекомендуемая

структура и содержание ОПП представлены в табл. 1 и базируются на макете примерных основных образовательных программ (ПрООП) [2].

В табл. 1 в помощь при формировании содержания курсивным шрифтом выделены справочные данные для пояснения.

Таблица 1

### Структура и содержание вузовской ОПП

<p><b>1 Общие положения</b></p> <p><b>1.1 Основная образовательная программа бакалавриата (магистратуры)</b>, реализуемая вузом по направлению подготовки 280700 «Техносферная безопасность» и профилю подготовки «_____» (указывается профиль) представляет собой систему документов, разработанную и утвержденную _____ (указывается вуз) с учетом требований рынка труда на основе ФГОС, а также с учетом рекомендованной примерной образовательной программы*. ООП регламентирует цели, ожидаемые результаты, содержание, условия и технологии реализации образовательного процесса, оценку качества подготовки выпускника по данному направлению подготовки и включает в себя: учебный план, рабочие программы учебных курсов, модулей (дисциплин) и другие материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся, а также программы учебной и производственной практики, календарный учебный график и методические материалы, обеспечивающие реализацию соответствующей образовательной технологии.</p> <p><i>Для бакалавриата указывается профиль или профили подготовки, рекомендуемые профили см. в [3], для магистратуры указывается название специализированной вузовской образовательной программы.</i></p> <p><b>1.2 Нормативные документы для разработки ООП бакалавриата (магистратуры) по направлению подготовки 280700 «Техносферная безопасность»:</b> Федеральные законы Российской Федерации: «Об образовании» (от 10 июля 1992 г. № 3266-1) и «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» (от 22 августа 1996 г. № 125-ФЗ); Типовое положение об образовательном учреждении высшего профессионального образования (высшем учебном заведении), утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 14 февраля 2008 г. № 71 (далее – Типовое положение о вузе); Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) по направлению подготовки 280700 «Техносферная безопасность» высшего профессионального образования (ВПО), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «_____» _____ 200__ г. № _____; Нормативно-методические документы Минобрнауки России; Примерная основная образовательная программа (ПрООП ВПО) по направлению подготовки, утвержденная _____; Устав вуза _____ (указывается наименование вуза) <i>ФГОС направления 280700, утвержденный Министерством образования и науки Российской Федерации: для бакалавриата – приказ № 723 от 14 декабря 2009 г., для магистратуры – приказ № 758 от 21 декабря 2009 г. ПрООП утверждает УМО вузов и вуз, за которым закреплено данное направление подготовки (разработчик соответствующего ФГОС). Для направления 280700 – это УМО вузов по университетскому политехническому образованию и МГТУ им. Н.Э. Баумана.</i></p> <p><b>1.3 Общая характеристика вузовской основной образовательной программы высшего профессионального образования (бакалавриат/магистратура):</b></p> <p><b>1.3.1 Цель (миссия) ООП бакалавриата (магистратуры)</b> <i>Указывается, что ООП бакалавриата (магистратуры) имеет своей целью развитие у студентов личностных качеств, а также формирование общекультурных универсальных (общенаучных, социально-личностных, инструментальных) и профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по данному направлению подготовки. При этом формулировка целей ООП как в области воспитания, так и в области обучения дается с учетом специфики конкретной ООП, характеристики групп обучающихся, а также особенностей научной школы вуза и потребностей рынка труда.</i></p> <p><b>1.3.2 Срок освоения ООП бакалавриата (магистратуры)</b> <i>Срок освоения ООП в годах указывается вузом для конкретной формы обучения в соответствии с ФГОС.</i></p> <p><b>1.3.3 Трудоемкость ООП бакалавриата (магистратуры)</b> <i>Трудоемкость освоения студентом ООП указывается в зачетных единицах и академических часах за весь период обучения в соответствии с ФГОС и включает все виды аудиторной и самостоятельной работы студента, практики и время, отводимое на контроль качества освоения студентом ООП.</i></p> <p><b>1.4 Требования к абитуриенту:</b> <b>для бакалавров:</b> предшествующий уровень образования абитуриента – среднее (полное) общее или среднее профессиональное образование; абитуриент должен иметь документ государственного образца о среднем (полном) общем образовании или среднем профессиональном образовании, или начальном профессиональном образовании, если в нем есть запись о получении предъязывателем среднего (полного) общего образования, или высшем профессиональном образовании; <b>для магистров:</b> лица, желающие освоить программу специализированной подготовки магистра, должны иметь высшее профессиональное образование определенной степени, подтвержденное документом государственного образца; лица, имеющие диплом бакалавра по направлению «Техносферная безопасность», зачисляются на специализированную магистерскую подготовку на конкурсной основе; лица, желающие освоить программу специализированной подготовки магистра по данному направлению и имеющие высшее профессиональное образование по иному направлению, допускаются к конкурсу по результатам сдачи экзаменов по дисциплинам, необходимым для освоения программы подготовки магистра и предусмотренным ФГОС подготовки бакалавра по данному направлению. <i>Указываются государственные требования к абитуриентам в соответствии с законодательством Российской Федерации. В данном разделе указываются условия конкурсного отбора, предусмотренные в вузе и не противоречащие ФГОС и законодательству о высшем профессиональном образовании.</i></p> <p><b>2. Характеристика профессиональной деятельности выпускника ООП бакалавриата (магистратуры) по направлению подготовки 280700 «Техносферная безопасность»</b></p> <p><b>2.1 Область профессиональной деятельности выпускника</b> <i>Приводится характеристика области профессиональной деятельности, для которой ведется подготовка бакалавров, в соответствии с ФГОС; описывается специфика профессиональной деятельности бакалавра с учетом профиля/образовательной программы его подготовки, указываются типы организаций и учреждений, в которых может осуществлять профессиональную деятельность выпускник по данному направлению и профилю/образовательной программе подготовки.</i></p> <p><b>2.2 Объекты профессиональной деятельности выпускника</b> <i>Указываются объекты профессиональной деятельности бакалавров/магистров в соответствии с ФГОС, при необходимости описывается специфика объектов профессиональной деятельности бакалавра/магистра с учетом профиля/образовательной программы его подготовки.</i></p> <p><b>2.3 Виды профессиональной деятельности выпускника</b> <i>Указываются виды профессиональной деятельности бакалавров/магистров в соответствии с ФГОС. Виды профессиональной деятельности дополняются вузом совместно с заинтересованными работодателями и потребностями на рынке труда.</i></p>
--

\* Примерные ОПП (ПрООП) по направлению «Техносферная безопасность» в настоящее время разрабатываются рабочими группами, сформированными УМС «Техносферная безопасность» и под его методическим руководством.

<p><b>2.4. Задачи профессиональной деятельности выпускника</b> Задачи профессиональной деятельности выпускника формулируются для каждого вида профессиональной деятельности по направлению и профилю/образовательной программе подготовки на основе ФГОС и ПрООП и дополняются с учетом традиций вуза и потребностей заинтересованных работодателей. Все указанные в п. 2 сведения содержатся в ФГОС, детализируются и дополняются вузом в соответствии со спецификой профиля бакалавра и образовательной программы магистра.</p>
<p><b>3. Компетенции выпускника ООП бакалавриата (магистратуры), формируемые в результате освоения данной ООП по направлению подготовки 280700 «Техносферная безопасность»</b> Результаты освоения ООП бакалавриата/магистратуры определяются приобретаемыми выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности. В результате освоения данной ООП бакалавриата/магистратуры выпускник должен обладать следующими компетенциями: Компетенции выпускника, формируемые в процессе освоения данной ООП, определяются на основе ФГОС, ПрООП по данному профилю подготовки и дополняются профессионально-специализированными (и при необходимости – иными) компетенциями в соответствии с целями основной образовательной программы бакалавриата/магистратуры. Вузу рекомендуется в данном разделе представить матрицу соответствия требуемых компетенций и формирующих их составных частей ООП. Рекомендуется в структуре компетенций выделить обязательные и целесообразные компетенции, на формирование которых направлена ООП [4]. Компетенции должны быть сформулированы таким образом, чтобы они могли быть диагностированы с использованием разработанных оценочных средств.</p>
<p><b>4. Документы, регламентирующие содержание и организацию образовательного процесса при реализации ООП бакалавриата (магистратуры) по направлению подготовки 280700 «Техносферная безопасность»</b> В соответствии с п. 39 Типового положения о вузе и ФГОС ВПО бакалавриата/магистратуры по направлению подготовки 280700 «Техносферная безопасность» содержание и организация образовательного процесса при реализации данной ООП регламентируется учебным планом бакалавра/магистра с учетом его профиля/образовательной программы; рабочими программами учебных курсов, модулей (дисциплин); материалами, обеспечивающими качество подготовки и воспитания обучающихся; программами учебных и производственных практик; годовым календарным учебным графиком, а также методическими материалами, обеспечивающими реализацию соответствующих образовательных технологий.</p> <p><b>4.1. Годовой календарный учебный график</b> Для построения календарного учебного графика может быть использована форма, традиционно применяемая конкретным вузом. Указывается последовательность реализации ООП ВПО по годам, семестрам, включая теоретическое обучение, практики, промежуточные и итоговые аттестации, каникулы.</p> <p><b>4.2. Учебный план подготовки бакалавра/магистра</b> В учебном плане отображается логическая последовательность освоения циклов и разделов ООП (дисциплин, модулей, практик), обеспечивающих формирование компетенций. Указывается общая трудоемкость дисциплин, модулей, практик в зачетных единицах, а также их общая и аудиторная трудоемкость в академических часах. В базовых частях учебных циклов указывается перечень базовых модулей и дисциплин в соответствии с требованиями ФГОС. В вариативных частях учебных циклов вуз самостоятельно формирует перечень и последовательность модулей и дисциплин с учетом рекомендаций соответствующей ПрООП. ООП должна содержать дисциплины по выбору обучающихся в объеме не менее одной трети вариативной части суммарно по всем учебным циклам ООП. Порядок формирования дисциплин по выбору обучающихся устанавливает Ученый совет вуза. Для каждой дисциплины, модуля, практики указываются виды учебной работы и формы промежуточной аттестации.</p> <p><b>4.3. Рабочие программы учебных курсов, предметов, дисциплин (модулей)</b> В ООП должны быть приведены рабочие программы всех учебных курсов, дисциплин (модулей) как базовой, так и вариативной частей учебного плана, включая дисциплины по выбору студента. О структуре, содержании и технологии проектирования рабочих программ будет сказано ниже.</p> <p><b>4.4. Программы учебной, производственной и научно-исследовательской практик</b> В соответствии с ФГОС по направлению подготовки 280700 «Техносферная безопасность» практика является обязательной и представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку обучающихся. Практики закрепляют знания и умения, приобретаемые обучающимися в результате освоения теоретических курсов, вырабатывают практические навыки и способствуют комплексному формированию общекультурных и профессиональных компетенций обучающихся. Для бакалавра разделом практики может являться научно-исследовательская работа обучающихся, для магистров научно-исследовательская работа является обязательной и может являться по решению вуза единственной формой практики.</p> <p><b>4.4.1. Программы учебных практик</b> При реализации данной ООП предусматриваются следующие виды учебных практик:  (Указывается перечень предприятий, учреждений и организаций, с которыми вуз имеет заключенные договоры (в соответствии с требованием статьи 11, п. 9 ФЗ «О высшем и послевузовском образовании».) В том случае, если практики осуществляются в вузе, – перечисляются кафедры и лаборатории вуза, на базе которых проводятся те или иные виды практик, с обязательным указанием их кадрового и научно-технического потенциала. Описываются все виды учебных практик и приводятся их программы, в которых указываются цели и задачи практик, практические навыки, общекультурные и профессиональные компетенции, приобретаемые обучающимися. Указываются местоположение и время прохождения практик, а также формы отчетности по практикам.</p> <p><b>4.4.2. Программа производственной практики</b> Структура и содержание определяются вузом, примерное содержание аналогично учебной практике.</p> <p><b>4.4.3. Программа научно-исследовательской работы (НИР)</b> В программе НИР указываются виды, этапы научно-исследовательской работы, в которых обучающийся должен принимать участие. Например: – изучать специальную литературу и другую научно-техническую информацию, достижения отечественной и зарубежной науки и техники в соответствующей области знаний; – участвовать в проведении научных исследований или выполнении технических разработок; – осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации по теме (заданию); – принимать участие в стендовых и промышленных испытаниях опытных образцов (партий) проектируемых изделий; – составлять отчеты (разделы отчета) по теме или ее разделу (этапу, заданию); – выступить с докладом на конференции и т.д.).</p>

<p><b>5. Фактическое ресурсное обеспечение ООП бакалавриата по направлению подготовки 280700 «Техносферная безопасность»</b> в _____ (указывается вуз). Ресурсное обеспечение ООП вуза сформировано на основе требований к условиям реализации основных образовательных программ бакалавриата/магистратуры, определяемых ФГОС, с учетом рекомендаций ПрООП. С учетом конкретных особенностей, связанных с профилем/образовательной программой, вуз дает краткую характеристику привлекаемых к обучению педагогических кадров, а также фактического учебно-методического, информационного и материально-технического обеспечения учебного процесса.</p>
<p><b>6. Характеристики среды вуза, обеспечивающие развитие общекультурных и социально-личностных компетенций выпускников</b> Указываются возможности вуза в формировании общекультурных компетенций выпускников. Даются характеристика социокультурной среды вуза, условия, созданные для развития личности и регулирования социально-культурных процессов, способствующих укреплению нравственных, гражданственных, общекультурных качеств обучающихся. Указываются: документы регламентирующие воспитательную деятельность; сведения о наличии студенческих общественных организаций; сведения об организации и проведении внеучебной общекультурной работы; сведения о психолого-консультационной и специальной профилактической работе; сведения об обеспечении социально-бытовых условий и др.</p>
<p><b>7. Нормативно-методическое обеспечение системы оценки качества освоения обучающимися ООП бакалавриата/магистратуры по направлению подготовки 280700 «Техносферная безопасность»</b> Оценка качества освоения обучающимися ООП включает текущий контроль успеваемости, промежуточную и итоговую государственную аттестацию обучающихся в соответствии с ФГОС и Типовым положением о вузе. Должна быть дана краткая характеристика системы оценки качества обучения, используемая в вузе при освоении ОПП. <b>7.1. Фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации</b> В соответствии с требованиями ФГОС для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений поэтапным требованиям соответствующей ООП вуз создает фонды оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации. Эти фонды могут включать: контрольные вопросы и типовые задания для практических занятий, лабораторных и контрольных работ, коллоквиумов, зачетов и экзаменов; тесты и компьютерные тестирующие программы; примерную тематику курсовых работ / проектов, рефератов и т.п., а также иные формы контроля, позволяющие оценить степень сформированности компетенций обучающихся. В этом разделе должна быть дана краткая характеристика структуры и содержания оценочных средств, более подробно раскрытие структуры и содержания представляется в рабочих программах модулей (дисциплин) ООП. <b>7.2. Итоговая государственная аттестация выпускников</b> Итоговая государственная аттестация включает защиту бакалаврской выпускной квалификационной работы (ВКР)/магистерской диссертации. Государственный междисциплинарный экзамен вводится по решению Ученого совета вуза. В данном разделе должны быть сформулированы требования вуза к ВКР и магистерской диссертации на основании требований ФГОС, Положения об итоговой государственной аттестации выпускников высших учебных заведений Российской Федерации, утвержденного Министерством образования и науки Российской Федерации, требований ФГОС ВПО и рекомендаций, включающих требования к содержанию, объему и структуре работ, а также требования к содержанию проведения государственного экзамена (в случае решения Ученого совета вуза о его проведении) и процедуре проведения аттестационных испытаний.</p>
<p><b>8. Другие нормативно-методические документы и материалы, обеспечивающие качество подготовки обучающихся</b> В данном разделе могут быть представлены документы и материалы, не нашедшие отражения в предыдущих разделах ООП: – описание механизмов функционирования при реализации данной ООП системы обеспечения качества подготовки, созданной в вузе, в том числе: – мониторинга и периодического рецензирования образовательной программы; – обеспечения компетентности преподавательского состава; – регулярного проведения самообследования по согласованным критериям для оценки деятельности (стратегии); – системы внешней оценки качества реализации ООП (учета и анализа мнений работодателей, выпускников вуза и других субъектов образовательного процесса); – положения о балльно-рейтинговой системе оценивания (в случае ее применения, что является крайне целесообразным и отвечает современным требованиям); – соглашения (при их наличии) о порядке реализации совместных с зарубежными партнерами ОП и мобильности студентов и преподавателей и т.д.</p>

Как видно из сведений, представленных в табл. 1, ОПП вуза представляет собой объемный и развернутый документ, в котором подробно раскрываются содержание и технология подготовки, которые концептуально сформулированы в ФГОСе. Разработка качественной ОПП представляет немалую сложность, требует участия всего коллектива преподавателей, которые участвуют в процессе обучения и воспитания и высокого уровня методической подготовки. Современная ООП должна предусматривать возможность реализации модульного обучения с использованием системы накопления кредитов (зачетных единиц), которые позволяют внедрять технологию асинхронного обучения.

## 2. Технология проектирования ОПП вуза

Проектирование современных модульных ООП на основе накопительной кредитной оценки ком-

петенций выпускников выполняется в три этапа [5].

### Первый этап:

- разработка согласованной с миссией вуза концепции ООП и планирование компетенций выпускников на основе требований ФГОС;
- анализ потребностей рынков труда, а также изучение требований потенциальных работодателей;
- определение планируемых компетенций выпускников ООП, которые вуз может обеспечить собственными научно-образовательными интеллектуальными и материальными ресурсами;
- определение планируемых компетенций выпускников ООП, которые способен обеспечить стратегический партнер вуза (вуз, НИИ, предприятие и др.);
- формирование итогового набора планируемых компетенций выпускников ООП, согласованного

со стратегическими партнерами вуза – потенциальными соисполнителями и заказчиками.

**Второй этап:**

- определение целей ООП и результатов обучения (знания, умения, компетенции выпускников);
- оценка кредитной стоимости (в зачетных единицах) результатов обучения по ООП;
- определение дидактических единиц (модулей, дисциплин) программы, формирование матрицы: результаты обучения – дидактические единицы ООП;
- оценка кредитной стоимости и временного ресурса дидактических единиц ООП;
- определение видов учебных занятий и их временного ресурса, создание необходимого организационно-методического обеспечения;
- выбор и разработка образовательных технологий, обеспечивающих достижение соответствующих результатов обучения по ООП;
- определение элементов оценивания, выбор методов оценки достижения результатов обучения и качества освоения ООП, создание фонда оценочных средств;
- разработка методов оценки достижения целей ООП и непрерывного совершенствования программы;
- разработка и согласование базового учебного плана реализации ООП, рабочих программ модулей (дисциплин) и других учебно-методических материалов и документов для организации учебного процесса в системе менеджмента качества.

**Третий этап:** результаты обучения группируются по модулям (дисциплинам) в пределах соответствующих циклов. Некоторые составляющие результатов обучения могут быть отнесены одновременно более чем к одному модулю.

При разработке ООП следует различать ее цели и результаты обучения по ней.

**Цели ООП** – это *компетенции*, приобретаемые выпускниками через некоторое время (3–5 лет) после завершения обучения по программе.

**Результаты обучения** – это компетенции, приобретенные выпускниками к моменту завершения программы. При этом не все цели могут быть достигнуты всеми выпускниками, в то время как результаты обучения должны достигаться всеми выпускниками.

Поэтому после определения результатов обучения и целей ОПП необходимо определить соответствие результатов и целей, т.е. какой результат способствует достижению целей (пример см. в табл. 2).

Таблица 2

**Пример соответствия целей и результатов обучения**

Результаты обучения	Цели обучения			
	Ц1	Ц2	Ц3	Ц4
P1	+			
P2		+		
P3	+		+	
P4		+		
P5			+	+
P6	+	+		+
P7		+	+	+

Такая таблица позволяет оценить значимость компетенций как результатов обучения для достижения основных целей обучения, что дает основания для определения трудоемкостей отдельных модулей ОПП, направленных на достижение тех или иных результатов (компетенций).

В зависимости от значимости компетенций как результатов обучения для достижения интегральных целей устанавливается значимость каждой компетенции в кредитных единицах, например, как показано в табл. 3.

Таблица 3

**Пример оценки кредитной стоимости результатов обучения**

Результаты (компетенции)	Общекультурные (80)			Профессиональные (160)			
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Кредиты (зач. единицы)	20	25	35	20	30	60	50

**Уровень кредита (зачетной единицы)** является характеристикой результатов обучения, он указывает на сложность и значимость приобретенных знаний и умений, а также на степень самостоятельности и ответственности при их применении. Таким образом, не следует устанавливать простое соответствие кредитов (зачетных единиц) и трудоемкости в академических часах (1 зачетная единица равняется 36 академическим часам).

**Структура ООП** представляет собой перечень дидактических единиц – модулей (дисциплин) ООП по циклам (гуманитарный, социальный и экономический; математический и естественно-научный; профессиональный и др.), содержание которых направлено на формирование составляющих результатов обучения. Модули ООП могут состоять из одной или нескольких обязательных или элективных дисциплин, а также включать практику, НИР, курсовые проекты и работы, выпускную квалификационную работу (ВКР).



Структура и содержание ООП, представленной в табл. 1, и учебного плана как ее элемента формируется на основе планируемых результатов обучения в три стадии:

*декомпозиция результатов обучения*, представленных в виде профессиональных и общекультурных компетенций, на составляющие: знания (З), умения (У) и владение (В) опытом их практического применения (табл. 4);

*группировка результатов обучения (компетенций)*, представленных знаниями, умениями и владением по следующим циклам: гуманитарный, социальный и экономический, математический и естественно-научный, профессиональный, практика и (или) научно-исследовательская работа, выпускная квалификационная работа (табл. 5);

Таблица 4

**Пример декомпозиции результатов (компетенций) на знания, умения, владение**

Результаты обучения	Составляющие результатов обучения
<b>P1</b>	Знания (З1.1, З1.2 ...) Умения (У1.1, У1.2, ...) Владение (В1.1, В1.2, ...)
<b>P2</b>	Знания (З2.1, З2.2 ...) Умения (У2.1, У2.2, ...) Владение (В2.1, В2.2, ...)
...	.....
<b>P7</b>	Знания (З7.1, З7.2 ...) Умения (У7.1, У7.2, ...) Владение (В7.1, В7.2, ...)

Таблица 5

**Пример группировки составляющих компетенций по циклам дисциплин**

Циклы дисциплин	Составляющие результатов (компетенций)
Гуманитарный, социальный, экономический	Знания (З1.1, З2.3, З5.1, З7.3, ...) Умения (У1.1, У2.4, У6.6, ...) Владение (В2.1, В3.7, В5.5, ...)
Математический, естественно-научный	Знания (З3.1, З3.3, З4.1, ...) Умения (У2.1, У5.4, У7.6, ...) Владение (В4.1, В6.7, В5.3, ...)
Профессиональный	Знания (З2.5, З4.3, З4.4, З5.3, ...) Умения (У3.1, У3.4, У5.6, ...) Владение (В4.1, В5.7, В6.3, ...)
Практика и (или) научно-исследовательская работа	Знания (З2.5, З4.6, З5.4, З6.3, ...) Умения (У3.1, У3.4, У5.7, ...) Владение (В5.1, В6.7, В7.3, ...)
ВКР (диссертация, проект, работа)	Умения (У3.1, У3.5, У5.7, У9.2, ...) Владение (В4.1, В5.7, ...)

*группировка результатов обучения по модулям (дисциплинам) в пределах соответствующих циклов*, некоторые составляющие результатов обучения могут быть отнесены одновременно более чем к одному модулю (табл. 6).

Таблица 6

**Пример группировки составляющих компетенций по модулям (дисциплинам) в пределах циклов**

Циклы	Модули	Составляющие компетенций по модулям
Гуманитарный, социальный, экономический	Модуль 1	Знания (З1.1, З2.3, ...) Умения (У1.1, У2.4, ...) Владение (В2.1, В3.7, ...)
	Модуль 2	Знания (З5.1, З7.3, ...) Умения (У6.6, У7.2, ...) Владение (В3.7, В5.5, ...)
	Модуль 3	Знания (З2.3, З5.1, ...) Умения (У6.6, У8.2, ...) Владение (В2.1, В5.5, ...)
Математический, естественно-научный	Модуль 4	Знания (З3.1, З3.3, ...) Умения (У2.1, У5.4, ...) Владение (В4.1, В6.7, ...)
	Модуль 5	Знания (З3.3, З4.1, ...) Умения (У5.4, У7.6, ...) Владение (В6.7, В5.3, ...)
	Модуль 6	Знания (З3.1, З3.3, З4.3, ...) Умения (У2.1, У5.4, ...) Владение (В4.1, В5.3, В8.2, ...)
Профессиональный	Модуль 7	Знания (З2.5, З4.3, ...) Умения (У3.4, У5.6, ...) Владение (В4.1, В5.7, В6.3, ...)
	Модуль 8	Знания (З2.5, З4.3, З5.3, ...) Умения (У3.1, У5.6, ...) Владение (В4.1, В6.3, ...)
	Модуль 9	Знания (З4.4, З5.3, ...) Умения (У3.1, У3.4, У5.6, ...) Владение (В4.1, В5.7, В6.3, ...)
	Модуль 10	Знания (З2.5, З5.3, ...) Умения (У3.1, У6.2, ...) Владение (В4.1, В7.2, ...)

После этого формируется матрица, показывающая соответствие модулей (дисциплин) ООП результатам обучения (см. пример в табл. 7).

Таблица 7

**Пример матрицы соответствия модулей (дисциплин) ООП результатам обучения**

Модули ООП	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Модуль 1	+			+			+
Модуль 2		+			+		+
Модуль 3	+		+			+	
Модуль 4				+			+
Модуль 5		+			+		
Модуль 6				+		+	
Модуль 7	+		+		+		
Модуль 8		+	+	+			
Модуль 9						+	+
Модуль 10			+			+	+

После этого устанавливается соотношение количества кредитов каждого модуля (дисциплины) ООП и результатов обучения (компетенций), что позволяет определить кредитную стоимость каждого модуля или дисциплины (пример этой матрицы, приведен в табл. 8).

Таблица 8  
Пример матрицы соотношения кредитов модулей и компетенций\*

Модули ООП, практика (НИР), ВКР	Кредиты	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Модуль 1	19	4			4			11
Модуль 2	21		7			4		10
Модуль 3	23	5		7			11	
Модуль 4	15				5			10
Модуль 5	16		7			9		
Модуль 6	17				4		13	
Модуль 7	23	6		7		10		
Модуль 8	25		3	9	3			10
Модуль 9	14						14	
Модуль 10	23			8			15	
Практика (НИР)	20	1	3	2	3	2	5	4
ВКР (диссертация)	24	4	5	2	1	5	2	5
<b>Итого:</b>	<b>240</b>	<b>20</b>	<b>25</b>	<b>35</b>	<b>20</b>	<b>30</b>	<b>60</b>	<b>50</b>

\* Численные значения даны условно применительно к бакалавриату

Описанная технология проектирования вузовской ООП позволяет сформировать оптимальный

учебный и календарный планы, определить трудоемкость учебных модулей, дисциплин.

### 3. Рабочие программы модулей (дисциплин)

После конкретизации компетентностной структуры ООП, определения ее модульно-дисциплинарного наполнения, обеспечивающего достижение результатов обучения, структуры трудоемкости ОПП и формирования учебного плана наиболее трудоемкой стадией проектирования ОПП является разработка рабочих программ модулей (дисциплин) учебного плана. Концептуальные подходы к разработке современных рабочих программ дисциплин сформулированы в [6] и реализованы в [2, 7, 8]. Рекомендуемая структура вузовской рабочей программы представлена в табл. 9.

Рабочие учебные программы дисциплин и учебных модулей должны быть представлены в таком виде, чтобы являться инструментарием не только и даже не столько преподавателя, а студента, давая ему достаточную информацию для самостоятельного изучения дисциплины, выбора времени и методов ее освоения.

Таблица 9

#### Структура и содержание рабочих программ

№ п/п	Наименование раздела программы	Краткое содержание
1	Цели и задачи дисциплины	Указываются роль и место дисциплины в структуре ОПП, основные цели дисциплины в виде компетенций, на формирование которых ориентирована программа, ее обобщенные задачи. Кроме того, указывается цикл, к которому относится дисциплина; формулируются требования к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, необходимым для ее изучения; определяются дисциплины, для которых данная дисциплина является предшествующей
2	Общие требования к содержанию и результатам освоения дисциплины	Указываются требуемые результаты обучения – дисциплинарные компетенции в виде знаний, умений, навыков. Определяются предметная область дисциплины, объекты изучения и основные изучаемые понятия
3	Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы	Указывается трудоемкость в зачетных единицах и академических часах по всем видам учебной работы, предусмотренным программой
4	Содержание дисциплины: – дидактический минимум; – развернутое содержание; – матрица соответствия результатов обучения и содержания разделов; – содержание видов учебных занятий, лабораторных работ, семинаров, тренингов, деловых и ролевых игр, курсовых работ и проектов и т.д.	Раскрывается содержание разделов (учебно-образовательных подмодулей) дисциплины, их трудоемкость и рекомендуемые виды учебной работы по ним. Рекомендуется привести дидактический минимум для каждого раздела (подмодуля) и их развернутое содержание. Для дисциплин большой трудоемкости рекомендуется формировать содержание разделов как можно более независимым от содержания других разделов для обеспечения возможности реализации технологии индивидуального асинхронного обучения в рамках накопительной системы зачетных единиц. Должно быть подробно раскрыто содержание всех видов учебных занятий. Рекомендуется представить матрицу соответствия результатов обучения (дисциплинарных компетенций) и содержания разделов (подмодулей). Рекомендуется представить матрицу междисциплинарных связей, рекомендуемую последовательность освоения разделов
5	Самостоятельная работа	Цели, организация и содержание самостоятельной работы. Даются примерная тематика самостоятельной работы, сущность домашних заданий, рефератов и т.д.
6	Учебно-методическое и информационное обеспечение	Основная и дополнительная литература, программное и коммуникационное обеспечение, базы данных, информационно-справочные и поисковые системы
7	Материально-техническое обеспечение дисциплины	Дается описание используемого вузом оборудования, приборов, стендов и т.д.
8	Оценка, диагностика и квалиметрия результатов обучения	Раскрываются методика оценки, текущей и итоговой квалиметрии результатов обучения по дисциплине (модулю), сроки их проведения. Целесообразно применение балльно-рейтинговой диагностики и оценки, сущность которой должна быть раскрыта предельно ясно для студентов. Даются примеры из фонда оценочных средств
9	Методические рекомендации по организации изучения дисциплины	Даются методические рекомендации по организации обучения, корректировки ее содержания и технологий обучения, рекомендации для студентов по последовательности изучения дисциплины, ее отдельных модулей, домашних заданий

#### 4. Оценочные средства для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Модульная ОПП, основанная на использовании накопительной системы зачетных единиц (кредит-системе) базируется на балльно-рейтинговой системе квалиметрии [9]. Для построения такой системы квалиметрии можно предложить в качестве примера следующую балльно-рейтинговую шкалу оценки успешности освоения ОПП, которая частично реализована в новой примерной программе дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» [2, 7, 8].

**Шкала баллов.** Степень успешности освоения модуля или раздела (подмодуля) дисциплины в системе зачетных единиц оценивается суммой баллов исходя из 100 максимально возможных и включает две составляющие.

*Первая составляющая* – оценка преподавателем итогов учебной деятельности студента по изучению каждого модуля или подмодуля (раздела) дисциплины в течение предусмотренного учебным планом временного отрезка (в сумме не более чем **64 балла**). Структура баллов, составляющих балльную оценку преподавателя, включает отдельные доли в баллах, начисляемые студенту за успешность рубежных контролей по каждому учебно-образовательному модулю или подмодулю (разделу), за посещаемость аудиторных лекционных и семинарских занятий (пропорционально числу посещаемых занятий).

*Вторая составляющая* – оценка уровня самостоятельной работы по освоению модуля (подмодуля) путем балльной оценки качества представленных отчетных материалов (как правило, реферата или курсовой работы, тематика которого согласована с преподавателем-консультантом и утверждена кафедрой, реализующей обучение), степени владения самостоятельно освоенным материалом (как правило, в виде презентации материала и доклада по нему). Максимально возможное количество, которое можно получить по второй составляющей, – **36 баллов**.

**Методика рубежного контроля по первой составляющей балльно-рейтинговой оценки.** Максимальное количество баллов по каждому учебно-образовательному модулю (подмодулю) – **8 баллов**. Оценочное средство представляет собой билет, состоящий из 4 вопросов, сформированных на основе дидактического минимума содержания дисциплины и содержания учебно-образовательного модуля (подмодуля), представленного в рабочей учебной программе дисциплины. Оценка ответов на билет по модулю (подмодулю) осуществляется по следующей схеме (табл. 10).

Балльная оценка ответа на вопросы билета по модулю

Критерии оценки	Балл
Правильный и полный ответ на вопрос	+2
В целом правильный, но неполный ответ, наличие несущественных ошибок	+1
Отсутствие ответа	0
Принципиально неверный ответ, демонстрирующий непонимание его сущности	-2
Пропуск каждой лекции и семинара по модулю	-0,2

Для зачета освоения модуля (подмодуля) в зачетных единицах, предусмотренных учебным планом, студент должен получить не менее 5 баллов, а также выполнить все виды практических занятий по модулю (подмодулю). При получении менее 5 баллов студенту предоставляется возможность подготовиться и повторно пройти рейтинговый контроль в сроки, предусмотренные учебным планом вуза. При этом ответ на билет рейтингового контроля оценивается комиссией из не менее чем двух преподавателей. Билет подписывается преподавателем(ями), оценивающим(и) ответы. В случае отрицательного результата повторного рубежного контроля студент проходит повторное обучение по учебно-образовательному модулю (подмодулю) в срок не позднее утвержденного требованиями вуза.

**Рекомендуемая структура вопросов билета модульного (подмодульного) рубежного контроля:**

- *первый вопрос* – теоретический вопрос, оценивающий уровень знаний;
- *второй вопрос* – практический вопрос (расчетная задача), оценивающий уровень умений;
- *третий вопрос* – практический вопрос, связанный с областью профессиональной деятельности;
- *четвертый вопрос* – тестовый вопрос, требующий выбора правильного ответа из не менее чем пяти альтернативных вариантов.

Совокупная балльная оценка освоения всех модулей или подмодулей (разделов) дисциплины по первой составляющей осуществляется по формуле:

$$\text{Совокупный балл (СБ}_1) = \sum_{i=1}^n (B_{mi} \cdot Z_{mi}) / n,$$

где  $B_{mi}$  – балл по модулю (подмодулю)  $i$ ,  $Z_{mi}$  – трудоемкость модуля (подмодуля)  $i$  в зачетных единицах,  $n$  – число модулей ОПП или подмодулей дисциплины.

**Методика рубежного контроля по второй составляющей балльно-рейтинговой оценки.** Совокупный балл по второй составляющей балльно-рейтинговой оценке способности студента к самостоятельному образованию формируется из следующих составляющих:

- отчет о самостоятельной работе (как правило, в виде реферата или курсовой работы),

максимально возможное количество баллов ( $B_{c1}$ ) – 20 баллов;

- представление самостоятельно изученного (выполненного) материала (как правило, представление материала в виде компьютерной презентации или выполненного проекта), максимально возможное количество баллов ( $B_{c2}$ ) – 8 баллов;

- степень владения материалом (как правило, оценивается по качеству доклада, ответов на вопросы), максимально возможное количество баллов ( $B_{c3}$ ) – 8 баллов.

Минимальное количество баллов, при котором зачитывается самостоятельная работа в зачетных единицах, – 20 баллов (не менее 12 баллов за отчет, 4 баллов за представление и 4 баллов за степень владения). При меньшем количестве баллов студент выполняет новую самостоятельную работу в сроки, предусмотренные учебным планом вуза.

Рекомендуемые критерии оценки способностей студента к самостоятельной работе в области проблем безопасности:

- отчет:** структурированность, полнота, новизна, количество и степень новизны используемых источников, самостоятельность при его написании, степень оригинальности и инновационности предложенных решений, иллюстративности, обобщений и выводов;

- представление материала отчета:** качество презентации, оформления, иллюстративности самостоятельно разработанными схемами;

- степень владения материалом (доклад):** акцентированность, последовательность, убедительность, использование специальной терминологии, умение вести дискуссию, правильные ответы на вопросы.

Суммарный балл при оценке степени освоения материала и уровня сформированных компетенций, знаний, умений и навыков определяется как:

$$B_y = CB_1 + CB_2,$$

где  $CB_2 = B_{c1} + B_{c2} + B_{c3}$ .

**Шкала пересчетов баллов** необходима для возможности использования традиционной четырехбалльной системы оценивания знаний. Рекомендуемая шкала перевода суммарных баллов в традиционную для России качественную и числовую количественную оценку дана в табл. 11.

Предлагается новая шкала числовых оценок, которую наиболее целесообразно внедрить в систему образования, т.к. она не только больше соответствует европейской, но может быть использована и при кафедральных оценках степени освоения ОПП или дисциплины, ибо обладает большей информативностью для выработки корректирующих воздействий на содержание и технологию обучения.

**Оценка текущей и итоговой успеваемости студента.** Оценка успеваемости студента в системе зачетных единиц осуществляется по совокупности изученных учебных дисциплин на основе общего среднего показателя успеваемости (ОСПУ). ОСПУ определяется как отношение суммы произведений числовых эквивалентов буквенных оценок и зачетных единиц изученных дисциплин к сумме учетных зачетных единиц по совокупности изученных дисциплин:

$$ОСПУ = \frac{\sum_{i=1}^m O_i K_i}{\sum_{i=1}^m K_i},$$

где  $O_i$  – числовые эквиваленты полученных студентом оценок по дисциплинам (модулям) учебного плана;  $K_i$  – учетные зачетные единицы соответствующих дисциплин (модулей) по учебному плану;  $m$  – число дисциплин (модулей) учебного плана.

ОСПУ подсчитывается для всех лет обучения студента по семестрам нарастающим итогом. ОСПУ, накопленный за весь срок обучения, служит показателем успешности освоения студентом образовательной программы. В конце каждого

Таблица 11

Шкала перевода баллов в традиционные числовые и качественные эквиваленты

Баллы	Качественная оценка	Количественная оценка	
		существующая	модернизированная*
96–100 91–95 88–90	Отлично	5	5,0
			4,7
			4,4
84–87 81–83 78–80	Хорошо	4	4,0
			3,7
			3,4
74–77 71–73 68–70 64–67 61–63	Удовлетворительно	3	3,0
			2,7
			2,3
			2,0
			1,7
0–60	Неудовлетворительно	2	0

\* Предлагаемая модернизированная градация числовых оценок.

семестра студент оценивает свою успеваемость по текущему значению ОСПУ, устанавливает степень своего соответствия требованиям к успеваемости, содержащимся в стандарте университета, намечает дальнейшие планы на учебу.

Чтобы получить диплом, выпускник университета должен иметь итоговый ОСПУ по модернизированной пятибалльной системе оценки не ниже чем 4,0 балла.

Студенты, набравшие за семестр 30 зачетных единиц и имеющие ОСПУ по итогам семестра 4,7 балла и выше, заносятся в ректорский поощрительный список. Студент, занесенный в ректорский поощрительный список два или более раза, заносится в список студентов-лидеров. Такой студент может получить льготы при оплате обучения, предоставлении финансовой помощи и образовательных кредитов, рабочего места в качестве сотрудника-совместителя или ассистента на кафедре, при включении в международную программу обучения, а также содействие в продолжении обучения в вузах других стран.

Если ОСПУ ниже 1,7 балла, студент считается неуспевающим, его имя заносится в предупредительный лист. Если он занесен в предупредительный лист три раза, то отчисляется из университета.

Если студент набрал 240 для бакалавра и 120 для магистра и более зачетных единиц, но при этом его ОСПУ ниже 3,0 балла, он считается неуспевающим и не допускается к защите ВКР, ему требуется передача отдельных модулей для повышения своего итогового ОСПУ.

**Фонды оценочных средств** по каждому модулю (дисциплине) разрабатываются преподавателями, ведущими обучение по модулю (дисциплине), утверждаются выпускающей кафедрой и ежегодно пересматриваются. В рабочей программе дисциплины или раздела (подмодуля), если дисциплина обладает большой трудоемкостью, приводятся примерные образцы оценочных средств.

## 5. Итоговая государственная аттестация выпускников

Итоговая аттестация направлена на установление соответствия уровня профессиональной подготовки выпускников требованиям ФГОС. Вопросы структуры содержания, тематики и особенностей подготовки выпускной квалификационной работы (ВКР) рассмотрены в ряде работ автора, в частности, в [10]. В связи с ограниченностью объема статьи рассмотрим в качестве примера вопрос об итоговой аттестации выпускников магистратуры, что является наиболее сложным и мало разработанным методическим вопросом (сущность ВКР бакалавров дана в [10]).

Итоговая государственная аттестация магистров включает защиту выпускной ВКР – магистерской диссертации. Тематика магистерской диссертации определяется совместно руководителем-консультантом и магистрантом на первом месяце первого года обучения, согласуется с руководителем магистерской образовательной программы и утверждается на заседании кафедры.

Тематика диссертации должна соответствовать реальным практическим задачам, отражать результаты научных исследований, научно-исследовательских практик, выполненных в период обучения, иметь инновационный или поисковый характер.

Магистерская диссертация представляет собой самостоятельно выполненную законченную научно-исследовательскую или инновационную научно-практическую разработку, в которой решается одна из актуальных задач в области специализированной магистерской образовательной программы. При работе над магистерской диссертацией выпускник должен использовать современную законодательную и нормативно-техническую базу, современные компьютерные технологии сбора, хранения и обработки информации, современные программные продукты, расчетно-моделирующие комплексы и информационные системы в области направления исследований. Все расчеты, графические иллюстрации, чертежи, схемы, обработка результатов экспериментальных исследований должны выполняться с применением ПЭВМ и вычислительных комплексов.

При решении актуальной задачи, имеющей практическое значение для региона, города, территориально-промышленной зоны, предприятия должен быть обоснован выбор оптимальных и экономически обоснованных методов и средств, обеспечивающих достижение поставленной цели.

**Магистерская диссертация** может иметь преимущественно научно-исследовательский, организационно-управленческий или опытно-конструкторский характер.

*Научно-исследовательская работа* должна быть посвящена теоретическим и/или экспериментальным исследованиям объектов профессиональной деятельности, предусмотренных стандартом.

*Организационно-управленческая работа* должна быть посвящена анализу состояния безопасности в регионе, городе, территориально-промышленном комплексе, промышленном предприятии, анализу риска и разработке организационно-технических мероприятий, направленных на повышение безопасности.

*Опытно-конструкторская работа* должна быть посвящена конструкторским инновационным разработкам, экспериментальной отработке моделей

устройств или испытаниям опытного образца, назначением которых являются защита окружающей среды и обеспечение безопасности человека, территории, регенерации или переработке техногенных и антропогенных отходов, разработке систем контроля и мониторинга безопасности. Опытно-конструкторская работа может иметь технологический характер.

**Магистерская научно-исследовательская или организационно-управленческая магистерская выпускная работа** должна включать:

- обзор и анализ состояния исследуемого вопроса, выполненные на основе последних опубликованных отечественных и зарубежных работ;
- постановку задачи исследования и обоснование оптимальных путей ее решения;
- изложение результатов научных исследований или описание комплекса разработанных организационных и инженерно-технических мероприятий, включающих сравнительный анализ с аналогичными исследованиями и разработками;
- технико-экономическое обоснование научных исследований и разработанных мероприятий на основе анализа экономического эффекта, затрат на проведение исследований и реализацию мероприятий, их экономической эффективности.

Научно-исследовательская работа должна завершаться изложением инженерных мероприятий и предложений, в которых могут быть реализованы результаты научных исследований.

**Опытно-конструкторская работа** может иметь конструкторский или технологический характер.

*Конструкторская работа* должна содержать:

- анализ возможных инженерно-конструкторских решений, обеспечивающих достижение поставленной задачи;
- обоснование выбранного варианта инженерного решения и разработку технического задания на проектирование;
- инженерно-конструкторскую схему системы обеспечения безопасности;
- аналитический и/или машинный расчет параметров системы (устройства);
- конструкторскую документацию на разработанное устройство или систему, выполненную с соблюдением требований единой системы конструкторской документации (ЕСКД);
- экспериментальное или машинное исследование работы устройства;
- технологию изготовления наиболее важного элемента, узла разработанного устройства;
- технико-экономическое обоснование разработанной системы или устройства обеспечения экологической безопасности, утилизации или переработки отходов производства и потребления, выполненное на основе анализа предотвращаемо-

го с ее применением ущерба и затрат на реализацию системы (устройства);

- анализ условий безопасности труда при эксплуатации разработанной системы (устройства) и разработку мероприятия по обеспечению нормативных требований по безопасности труда.

*Технологическая работа* должна содержать:

- анализ возможных технологических решений поставленной задачи, связанной с повышением безопасности, снижением негативного воздействия на окружающую среду, рациональным использованием природных ресурсов, переработкой отходов и т.д.;
- обоснование преимуществ выбранного технологического решения;
- технологическую схему реализации процесса;
- расчет основных параметров технологии;
- технологическую документацию для реализации технологического процесса или одного из основных ее этапов;
- технико-экономическое обоснование разработанной технологии на основе анализа предотвращаемого с ее применением ущерба и затрат на реализацию технологического процесса;
- анализ условий безопасности труда при проведении технологического процесса;
- предложение мероприятий по обеспечению нормативных требований по безопасности труда.

При выполнении выпускной квалификационной работы магистранты должны показать способность и умение, опираясь на полученные углубленные знания, умения и сформированные профессиональные компетенции, самостоятельно решать на современном уровне задачи своей профессиональной деятельности, профессионально излагать специальную информацию, научно аргументировать и защищать свою точку зрения.

**Требования к пояснительной записке и графическим материалам ВКР.** Пояснительная записка (ПЗ) к магистерской диссертации объемом 100–150 страниц должна быть оформлена в соответствии с требованиями ГОСТ 7.32-2001 и отпечатана на листах формата А4 на принтере через 1,5 интервала. Пояснительная записка должна содержать библиографический список использованной литературы, оформленный в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008, реферат, ключевые слова. При наличии патентных исследований они должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ Р 15.011-96. Пояснительная записка должна быть структурирована по разделам, главам, параграфам и содержать оглавление, заключение с указанием основных результатов, полученных в работе. Титульный лист ПЗ должен быть подписан руководителем ВКР

и консультантами по отдельным разделам. ПЗ должна содержать задание на ВКР, подписанное руководителем и консультантами, календарный план работы над ВКР, подписанный руководителем и студентом, и внешнюю рецензию на работу. Страницы должны быть пронумерованы, переплетены или сшиты.

Графическая часть ВКР должна быть выполнена в соответствии с действующими ГОСТ ЕСКД на листах формата А1 или в виде презентации в формате Microsoft PowerPoint. Объем графической части должен составлять от 8 до 12 листов формата А1 или 15–20 презентационных слайдов. Не менее 70% графической части ВКР должны составлять чертежи (общий вид, схемы принципиальные и комбинированные, схемы алгоритмов, диаграммы, таблицы), графики и диаграммы экспериментальных результатов, аналитические модели, результаты машинного моделирования. Чертежи должны быть выполнены с использованием программных продуктов (как правило, программы «Автокад» или «Компас»).

**Защита ВКР.** При защите ВКР проверяется готовность выпускника к выполнению профессиональных функций, предусмотренных образовательным стандартом и основной образовательной программой магистра, оценивается приобретенный выпускником в процессе обучения практический опыт, способность аргументировать, обосновывать и защищать в процессе дискуссии выполненные исследования и разработанные инженерные решения.

К защите допускаются студенты, успешно освоившие программу учебного плана, выполнившие в соответствии с заданием ВКР, имеющие рецензию на ВКР. Подпись рецензента должна быть заверена печатью. Рецензия должна быть от представителя внешней организации, специализирующегося по профилю магистерской диссертации. Не допускается рецензирование ВКР сотрудниками выпускающей кафедры. Допуск студента к защите осуществляется по решению выпускающей кафедры (деканата) на основании результатов предварительной защиты магистерской диссертации на заседании кафедры.

Защита ВКР осуществляется на заседании Государственной аттестационной комиссии (ГАК), состав которой формируется вузом и утверждается Министерством образования РФ. В состав комиссии включают ведущих преподавателей выпускающей кафедры, а также кафедр, отвечающих за технологическую и экономическую подготовку студентов, представителей других организаций и предприятий – потенциальных потребителей выпускников. Работой ГАК руководят утвержденные председатель ГАК или его заместитель (при отсутствии председателя).

**Порядок проведения защиты ВКР.** В начале защиты ВКР Председатель ГАК сообщает членам ГАК Ф.И.О. защищающегося, название работы, Ф.И.О. руководителя ВКР, средний балл, полученный выпускником по балльно-рейтинговой оценке за весь период обучения, и предоставляет слово для доклада магистранту.

На доклад выделяется 15 мин, в течение которых магистрант должен дать информацию о существе выполненной им работы, аргументировать выбранные им варианты решения поставленной задачи и сделать заключение о полученных результатах. В процессе доклада магистрант должен использовать подготовленные им иллюстрации, графические материалы, компьютерные материалы, опытные образцы, макеты и т.д.

После завершения доклада председатель ГАК (или секретарь ГАК) зачитывает рецензию на ВКР, отзыв руководителя ВКР и предоставляет магистранту слово для ответа на замечания рецензента, если таковые имеются. После ответа на замечания рецензента председатель предоставляет возможность членам ГАК задать вопросы дипломнику.

После завершения ответа на вопросы председатель предоставляет возможность членам ГАК высказать свое мнение о представленной на защиту работе и вступить в дискуссию с магистрантом.

Обсуждение и окончательное оценивание результатов защиты аттестационная комиссия проводит на закрытом заседании, определяя итоговую оценку – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». При положительной оценке работы и защиты ГАК принимает решение о присвоении выпускнику квалификации «магистр».

**Методические рекомендации при оценке выпускной квалификационной работы и ее защиты.** Каждым членом ГАК ВКР и результат ее защиты на заседании ГАК оценивается по принятой системе по следующим критериям, представленным в табл. 12, 13, 14.

Таблица 12

**Научно-исследовательская  
и организационно-управленческая работа**

№ п/п	Критерии оценки	Балл (от 2 до 5)
1	Актуальность тематики и ее значимость	
2	Оценка методики исследований (традиционная апробированная, традиционная с оригинальными элементами, принципиально новая)	
3	Оценка теоретического содержания работы (использованы известные решения, новые теоретические модели и решения)	
4	Использование ЭВМ (стандартные программы, самостоятельно разработанные программы)	

Окончание табл. 12

№ п/п	Критерии оценки	Балл (от 2 до 5)
5	Разработка мероприятий по реализации работы (набор стандартных мероприятий, углубленная проработка отдельных мероприятий, комплексная система мероприятий)	
6	Апробация и публикация результатов работы (доклад на конференции: внутривузовской, региональной, всероссийской, международной; публикация: во внутривузовском, региональном, общероссийском журнале, патент на изобретение и полезную модель)	
7	Внедрение (рекомендовано ГАК к внедрению, принято к внедрению, внедрено)	
8	Качество оформления ВКР (пояснительной записки: структура, логичность, ясность и стиль изложения материала, оформление списка литературы, наличие стилистических, грамматических и орфографических ошибок и т.д.; иллюстративных материалов и чертежей: ручная графика, компьютерная графика, цветная графика и т.д.)	
	<i>Интегральный балл оценки ВКР (среднее арифметическое значение)</i>	

Таблица 13

**Опытно-конструкторская работа**

№ п/п	Критерии оценки	Балл (от 2 до 5)
1	Актуальность тематики и ее значимость	
2	Реальность решаемых задач (для предполагаемого объекта, для конкретного объекта, для конкретного заказчика)	
3	Уровень проектного решения (использованы известные аналоги, оригинальное решение отдельных элементов, принципиально новое решение)	
4	Уровень расчетно-теоретического раздела проекта (использованы известные традиционные подходы, оригинальные решения некоторых разделов, новые расчетные и теоретические решения)	
5	Уровень разработки технологического раздела проекта (традиционные технологические решения, новые технологические решения)	
6	Уровень разработки экономического раздела проекта (экономическая оценка отдельного вопроса, комплексная экономическая оценка проекта и т.д.)	
7	Использование ЭВМ (стандартные программы, самостоятельно разработанные программы)	
8	Апробация и публикация результатов работы (доклад на конференции: внутривузовской, региональной, всероссийской, международной; публикация: во внутривузовском, региональном, общероссийском журнале, патент на изобретение и полезную модель)	
9	Внедрение (рекомендовано ГАК к внедрению, принято к внедрению, внедрено)	
10	Качество оформления ВКР (пояснительной записки: структура, логичность, ясность и стиль изложения материала, оформление списка литературы, наличие стилистических, грамматических и орфографических ошибок и т.д.; иллюстративных материалов и чертежей: ручная графика, компьютерная графика, цветная графика и т.д.)	
	<i>Интегральный балл оценки ВКР (среднее арифметическое значение)</i>	

Таблица 14

**Качество защиты ВКР**

№ п/п	Критерии оценки	Балл (от 2 до 5)
1	Качество доклада на заседании ГАК (логичность, последовательность, убедительность, обоснованность и др.)	
2	Правильность и аргументированность ответов на вопросы	
3	Эрудиция и знания в области профессиональной деятельности	
4	Свобода владения материалом ВКР и профессиональной терминологией	
	<i>Интегральный балл оценки защиты ВКР (среднее арифметическое значение)</i>	

Суммарный балл оценки члена ГАК определяется как среднее арифметическое из двух интегральных баллов оценки ВКР и ее защиты.

Суммарный балл оценки ГАК определяется как среднее арифметическое из баллов оценки членов ГАК. Указанный балл округляется до ближайшего целого значения. При значительных расхождениях в баллах между членами ГАК оценка ВКР и ее защиты определяется в результате закрытого обсуждения на заседании ГАК.

При балле 2 – «неудовлетворительно», поэтому **требуется переработка ВКР и повторная защита.**

При балле 3 – «удовлетворительно».

При балле 4 – «хорошо».

При балле 5 – «отлично».

Во время проведения защиты и на закрытом заседании аттестационной комиссии секретарь ведет протокол. В случае разделения мнения между членами комиссии о вынесении той или иной оценки и о присвоении квалификации – поровну выносятся та оценка и принимается то решение, которое поддержал председатель комиссии. Результаты защиты доводятся до студентов сразу после закрытого заседания аттестационной комиссии. При положительной оценке работы и защиты председатель ГАК объявляет о присвоении выпускнику квалификации «магистр». Студенту, получившему на защите ВКР оценку «неудовлетворительно», предоставляется возможность исправить и доработать ВКР, при этом к повторной защите студент допускается не ранее чем через 3 месяца по приказу ректора вуза. Председатель комиссии совместно с секретарем готовят отчет о проведенной защите выпускных квалификационных работ, который утверждается на заседании кафедры.

**6. Методические рекомендации**

Кафедра каждый семестр на своих заседаниях проводит анализ ОСПУ каждого студента, а также средний ОСПУ всех обучающихся по образовательной программе. В случае низкого ОСПУ



выявляются его причины и, при необходимости, вносятся коррективы в учебный процесс: организуются дополнительные занятия, консультации, корректируются методика и содержание обучения или заменяется преподаватель (ли), ведущий (ие) обучение по модулям, по которым имеется низкая балльная оценка рейтингового контроля, вносящая наиболее существенный вклад в снижение ОСПУ.

Учебно-образовательные модули (подмодули) по своему содержанию формируются максимально автономными, обеспечивающими возможность асинхронного обучения. Семестровые учебные планы формируются с возможностью индивидуализации обучения как по времени, так и по содержанию. Студенту предоставляется возможность выбора преподавателя для обучения по отдельным модулям учебного плана.

Кафедра организует консультации студента в установленное расписанием время по всем видам самостоятельной работы: курсовым работам, реферативной работе, исследовательской работе.

Все виды самостоятельной работы, как по отдельным модулям, так и научные исследования, должны быть ориентированы на тематическую направленность ВКР. Самостоятельная работа выполняется в команде, руководителем которой является руководитель магистранта, который утверждается кафедрой в начале обучения по магистерской образовательной программе. В команду входят преподаватели, аспиранты и студенты разных курсов, объединенных работой над исследованиями и работками по одной проблеме. Как правило, руководитель магистерской программы должен являться и руководителем аналогичной финансируемой научной темы.

Содержание образовательной программы и методик обучения анализируется кафедрой по результатам защит магистерских диссертаций и итогового ОСПУ выпускников, мнения студентов и выпускников, внешних оценок со стороны рынка труда и его текущих потребностей. Кафедра ежегодно осуществляет опрос студентов по разрабо-

танным анкетам, регулярно проводит внешнюю экспертизу образовательной программы.

На основе анализа вносятся коррективы в основную образовательную программу. В вузовской ООП должна быть представлена методика совершенствования обучения, постоянной корректировки учебных планов и технологий обучения, отслеживания и сопровождения успешности освоения учебного плана обучающимися.

## 7. Заключение

Вузовские основные образовательные программы подготовки кадров являются необходимым элементом организации обучения в вузе. Вузовские ОПП необходимы при лицензировании и аттестации программ, общественно-профессиональной и государственной аккредитации ОПП и вузов. Одномоментный переход на модульную асинхронную систему накопления зачетных единиц в рамках одной ОПП крайне затруднителен или практически невозможен, т.к. должен осуществляться в вузе в целом. Поэтому методическое совершенство разработчиков вузовских ОПП заключается в разработке такой образовательной программы, в рамках которой возможен постепенный эволюционный переход от традиционной синхронной потоечно-групповой технологии обучения к асинхронной модульной технологии на основе балльно-рейтинговой системы накопления зачетных единиц. Консервация новых ОПП в рамках традиционных обучающих схем затруднит вхождение вуза в единое европейское и мировое пространство образовательных услуг, которое формируется посредством гармонизации национальных образовательных систем. Качество вузовской ООП определяет во много качество подготовки специалистов в вузе и уровень его кадрового потенциала. В предложенном материале представлены современные подходы, которые следует реализовывать при разработке ОПП в вузе.

**Работа выполнена в рамках аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы».**

### Список литературы

1. Сайт <http://mhts.ru/science/konf.asp>
2. Сайт <http://technical.bmstu.ru/umo/index.php?rzd=15&rzd=22>
3. Сайт [http://technical.bmstu.ru/umo/files/forfgos/profspec\\_2904.doc](http://technical.bmstu.ru/umo/files/forfgos/profspec_2904.doc)
4. **Девисилов В.А.** Стандарты высшего профессионального образования компетентностного формата – вопросы структуры и содержания / В.А. Девисилов // Высшее образование сегодня. – 2008. – № 9. – С. 18–22.
5. **Чучалин А.И.** Проектирование образовательных программ на основе кредитной оценки компетенций выпускников / А.И. Чучалин // Высшее образование в России. – 2008. – № 10. – С. 72–82.
6. **Девисилов В.А.** Принципы проектирования примерной программы дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» и технологий обучения / В.А. Девисилов // Безопасность в техносфере. – 2009. – № 4. – С. 22–33.
7. **Девисилов В.А.** Примерная программа дисциплины (курса) «Безопасность жизнедеятельности» (проект для всех направлений высшего профессионального образования – бакалавриата и специалитета) / В.А. Девисилов // Безопасность в техносфере. – 2010. – № 1. – С. 48–62; 2010. – № 2. – С. 52–64.
8. Сайт <http://mhts.ru/UMS.asp>
9. **Сазонов Б.А.** Болонский процесс: актуальные вопросы модернизации российского высшего образования: учеб. пособие / Б.А. Сазонов. – М.: ФИРО, 2006. – 184 с.
10. **Девисилов В.А.** Методические рекомендации по организации учебного процесса по направлениям подготовки дипломированных специалистов (280100) – «Безопасность жизнедеятельности», 656600 (280200) – «Защита окружающей среды» и направлению подготовки бакалавров и магистров 553500 – «Защита окружающей среды. Часть I. Оценочные и диагностические средства итоговой государственной аттестации выпускников вузов / В.А. Девисилов. – М.: МГТУ, 2005. – 163 с.

## ПЕРВАЯ РОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ТЕХНОГЕННАЯ И ПРИРОДНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Первая российская научно-практическая конференция «Техногенная и природная безопасность» ТПБ-11 состоится 1–3 февраля 2011 г. в Саратовском государственном техническом университете, г. Саратов.

### Организаторы:

Главное управление МЧС России по Саратовской области;

Министерство образования Саратовской области;

Саратовский государственный технический университет (СГТУ);

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского (СГУ);

Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова (СГАУ).

**Информационная поддержка:** журнал «Безопасность в техносфере».

### Тематика конференции:

Безопасность технологических процессов и производств – производственные, экологические, промышленные риски и методы их снижения.

Влияние природных и техногенных факторов на живые системы.

Ремедиация антропогенно-загрязненных территорий.

Проблемы защиты окружающей среды.

Современные методы прогнозирования и предупреждения аварий и чрезвычайных ситуаций на промышленных объектах, защита персонала и населения.

Предотвращение и ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Актуальные проблемы пожарной безопасности.

Социально-психологические опасности современного мира.

Правовые аспекты экологической, промышленной и пожарной безопасности.

В рамках конференции будет проведен учебно-методический семинар с профессорско-преподавательским составом по методическим аспектам преподавания дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» в высших учебных заведениях.

**Регистрация участников** проводится на сайте конференции [www.sstu.ru/tpb](http://www.sstu.ru/tpb), там же можно ознакомиться с требованиями к материалам, предоставляемым на конференцию.

**Адрес оргкомитета для контактов:** 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77, Саратовский государственный технический университет, кафедра «Природная и техносферная безопасность», тел.: (8452) 99-87-21.

Заявки и доклады следует направлять ответственному секретарю оргкомитета Инне Михайловне Учаевой, e-mail: [uchaevainna@mail.ru](mailto:uchaevainna@mail.ru).

---

---

### Международная практика государственного регулирования промышленной безопасности

В США регулирование в области обращения и использования опасных веществ регламентируется федеральным законодательством и законодательством штатов.

Департаментами природных ресурсов и окружающей среды осуществляется выдача разрешений на несколько десятков различных видов производств и операций, в т.ч.: эксплуатация пунктов сбора нефти, наземных резервуаров веществ с температурой вспышки менее 200 градусов по Фаренгейту, резервуаров природного газа, подземных резервуаров нефтепродуктов и опасных веществ и даже химчисток. Осуществляется выдача разрешений на нефтяное и газовое бурение, вторичную переработку и хранение углеводородов, разрешений на запуск и остановку нефтяных и газовых скважин, на углубление нефтяных и газовых скважин, разрешения на размещение вредных отходов.

Для персонала производственных объектов предусматривается обязательная сертификация операторов подземных хранилищ опасных веществ, а также пер-

сонала производств, наносящих вред окружающей среде.

Также в США предусмотрена выдача разрешений на перевозку опасных веществ и предусмотрена обязательная сертификация сварщиков.

В Австралии функционирует система лицензирования опасных производств.

В Канаде осуществляются лицензирование и выдача разрешений на нефтяное и газовое бурение и производство. Выдаются разрешения на выбросы и перевозку опасных веществ.

В Европе действует система разрешений на бурение и размещение новых опасных производств. В Великобритании выдаются разрешения на операции с опасными отходами, а также на некоторые виды деятельности, связанные с обработкой металлов, химических производств и др. В Европе широко развита система декларирования безопасности производств – представление специального документа – SAFETY REPORT (Великобритания, Нидерланды).

## ОБЯЗАТЕЛЬНОЕ СТРАХОВАНИЕ ОПАСНЫХ ОБЪЕКТОВ В РОССИИ

16 июля 2010 г. Государственной Думой во втором и третьем чтениях был принят законопроект № 231802-4 «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте». 19–20 июля 2010 г. законопроект № 231802-4 одобрен Советом Федерации и направлен Президенту РФ. Законопроект № 231802-4 «Об обязательном страховании гражданской ответственности владельца опасного объекта за причинение вреда в результате аварии на опасном объекте» находился на рассмотрении в Государственной Думе со 2 ноября 2005 г. и даже был принят в первом чтении 16 декабря 2005 г. Последнее предложение о принятии законопроекта во втором чтении датировано 13 июня 2007 г. К законопроекту вернулись после опыта крупных аварий, в первую очередь на Саяно-Шушенской ГЭС и шахтах Кузбасса.

К опасным объектам по законопроекту № 231802-4 относятся опасные производственные объекты (ОПО), АЭС и ГЭС. Максимальные лимиты ответственности предприятий зависят от степени их опасности и составляют от 10 млн до 6,5 млрд руб. Степень опасности (в первую очередь, максимально возможное количество потерпевших) предполагается определять из деклараций промышленной безопасности ОПО, деклараций безопасности ГЭС и согласно порядку, устанавливаемому профессиональным объединением страховщиков.

Согласно ст. 6 законопроекта № 231802-4:

«1. Страховая сумма по договору обязательного страхования составляет:

1) для опасных объектов, в отношении которых законодательством о промышленной безопасности опасных производственных объектов или законодательством о безопасности гидротехнических сооружений предусматривается обязательная разработка декларации промышленной безопасности или декларации безопасности гидротехнического сооружения:

а) 6 миллиардов 500 миллионов рублей – если максимально возможное количество потерпевших, жизни или здоровью которых может быть причинен вред в результате аварии на опасном объекте, превышает 3000 человек;

б) 1 миллиард рублей – если максимально возможное количество потерпевших, жизни или здоровью которых может быть причинен вред в результате аварии на опасном объекте, составляет более 1500 человек, но не превышает 3000 человек;

в) 500 миллионов рублей – если максимально возможное количество потерпевших, жизни или здоровью которых может быть причинен вред в результате аварии на опасном объекте, составляет более 300 человек, но не превышает 1500 человек;

г) 100 миллионов рублей – если максимально возможное количество потерпевших, жизни или здоровью которых может быть причинен вред в результате аварии на опасном объекте, составляет более 150 человек, но не превышает 300 человек;

д) 50 миллионов рублей – если максимально возможное количество потерпевших, жизни или здоровью которых может быть причинен вред в результате аварии на опасном объекте, составляет более 75 человек, но не превышает 150 человек;

е) 25 миллионов рублей – если максимально возможное количество потерпевших, жизни или здоровью которых может быть причинен вред в результате аварии на опасном объекте, составляет более 10 человек, но не превышает 75 человек;

ж) 10 миллионов рублей – для иных опасных объектов, в отношении которых предусматривается обязательная разработка декларации промышленной безопасности или декларации безопасности гидротехнического сооружения;

2) для опасных объектов, в отношении которых законодательством о промышленной безопасности опасных производственных объектов или законодательством о безопасности гидротехнических сооружений не предусматривается обязательная разработка декларации промышленной безопасности или декларации безопасности гидротехнического сооружения:

а) 50 миллионов рублей – для опасных производственных объектов химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности;

б) 25 миллионов рублей – для сетей газопотребления и газоснабжения, в т.ч. межпоселковых;

в) 10 миллионов рублей – для иных опасных объектов».

Выплата в случае смерти кормильца составит 2 млн руб., эта же сумма может быть выплачена в части возмещения вреда здоровью. Не более 360 000 руб. – при причинении вреда имуществу каждого потерпевшего-физлица, не более 500 000 руб. – имуществу юрлица.

Страховые тарифы, их структура и порядок применения при расчете страховой премии должны будут установлены Правительством Российской Федерации.

Согласно законопроекту № 231802-4 страховые тарифы состоят из базовых ставок и коэффициентов.

Базовые ставки страховых тарифов устанавливаются с учетом технических и конструктивных характеристик опасных объектов.

Коэффициенты страховых тарифов устанавливаются в зависимости от:

1) вреда, который может быть причинен в результате аварии на опасном объекте, и максимально возможного количества потерпевших (МВКП);

2) отсутствия или наличия страховых случаев, произошедших в период действия предшествующего договора обязательного страхования из-за нарушения страхователем норм и правил эксплуатации опасного объекта, установленных законодательством Российской Федерации

При расчете страховой премии по договору обязательного страхования страховщик вправе применять дополнительный понижающий коэффициент (от 0,6 до 1,0), устанавливаемый им исходя из уровня безопасности опасного объекта, в т.ч. с учетом соблюдения требований технической и пожарной безопасности при эксплуатации опасного объекта, готовности к предупреждению, локализации и ликвидации чрезвычайной ситуации, возникшей в результате аварии на опасном объекте.

Порядок определения вреда, который может быть причинен в результате аварии на опасном объекте, максимально возможного количества потерпевших и уровня безопасности опасного объекта будет установлен профессиональным объединением страховщиков.

Дата вступления в силу запланирована на июль 2011 г. А ответственность государственных и муниципальных предприятий будет страховаться с 2013 г.

## ВОСЕМНАДЦАТАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ЛАЗЕРНО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ, БИОЛОГИИ И ГЕОЭКОЛОГИИ – 2010» (7–11 сентября 2010 г. п. Абрау-Дюрсо, г. Новороссийск, Краснодарский край, Россия)

Международная конференция «Лазерно-информационные технологии в медицине, биологии и геоэкологии» в 2010 г. проводилась в 18-й раз. Последние четыре года конференция проходила на базе Кубанского государственного технологического университета в п. Абрау-Дюрсо на берегу Черного моря.

**На конференцию было представлено 110 докладов** из 29 научных учреждений и вузов. Авторы представленных докладов представляли институты РАН, вузы и НИИ Москвы, Московской области (Пушино, Фрязино, Шатура), Обнинска, Санкт-Петербурга, Соснового Бора Ленинградской области, Курска, Рязани, Самары, Уфы, Волгограда, Иркутска, Томска, Владивостока, Владикавказ, Грозного, Туапсе, Краснодар, Новороссийска, Минска, Харькова, Луганска, Навои и Эрлангена (Германия). Состоялось 42 устных доклада и 60 стендовых.

Большой интерес участников вызвали заседания стендовой секции, на которых были представлены доклады по всей тематике конференции. А в последний день работы состоялся «круглый стол», посвященный перспективам развития лазерных измерений, интеллектуальных измерительных систем и итогам конференции.

По итогам конференции были **приняты следующие решения:**

- продолжить работу по расширению сферы применения лазерных и информационных технологий в различных областях науки и технологии, особенно для исследования биожидкостей и нано-структурированных материалов;
- шире привлекать к участию в конференции студентов;
- расширить тематику конференции в область мониторинга и обеспечения безопасности в техносфере.

В этом году три тома с полными текстами докладов будут изданы осенью.

Приглашаем на следующую, девятнадцатую конференцию «Лазерно-информационные технологии в медицине, биологии и геоэкологии – 2011», которая будет посвящена 50-летию создания лазера. Конференция будет проводиться с 12 по 16 сентября 2011 г. в п. Абрау-Дюрсо.

Всю информацию смотрите на сайтах:

[www.abrauconf.novtelecom.net](http://www.abrauconf.novtelecom.net) и [www.shemanin.ru](http://www.shemanin.ru)

## ПРОЕКТ «МАКСМ» ОБРЕТАЕТ ЮРИДИЧЕСКИЙ СТАТУС (О создании международной аэрокосмической системы мониторинга глобальных и космических угроз)

27 сентября 2010 г. в Праге (Чехия) начал свою работу 61-й Международный астронавтический конгресс, приуроченный к юбилею Международной академии астронавтики (МАА).

В первый день работы конгресса состоялось заседание Комитета по реализации Проекта создания Международной аэрокосмической системы глобального мониторинга (МАКСМ). Проект «МАКСМ» – это активно продвигаемая на международном уровне инициатива российских научных и общественных организаций. Проект отличается возможностью эффективного предупреждения угроз глобального характера, в т.ч. и космического происхождения. В основу положена концепция выявления и прогнозирования катастрофических явлений геологической или метеорологической природы с помощью использования специальной аппаратуры космического, авиационного и наземного базирования, т.н. «предвестников» стихийных бедствий.

На заседании комитета, которое прошло под председательством руководителя Федерального космического агентства А.Н. Перминова, а также его украинского и казахстанского коллег (Ю.С.Алексеев – генерального директора НКАУ, Т.А. Мусабаяева – председатель Национального космического агентства) приняли участие 47 представителей из более чем 20 стран, в т.ч. присутствовали Д.Д. Прунариу – председатель Комитета ООН по космосу, И.С. Плаксин – советник Российского посольства в Праге, а также представители ряда аэрокосмических фирм и компаний, участвующих в конгрессе, местная пресса и телевидение.

Открывая заседание, А.Н. Перминов указал на проект «МАКСМ» как четко вырисовывающуюся концепцию сложной организационно-технической системы, которая призвана объединить информационно-телекоммуникационные и навигационные ресурсы средств аэрокосмического мониторинга разных государств для эффективного предупреждения стихийных бедствий и техногенных катастроф различного масштаба. Одна-

ко для реализации проекта предстоит решить ряд вопросов.

Уже были проведены два Международных специализированных симпозиума «Космос и глобальная безопасность человечества» (на Кипре и в Латвии), сделано восемь профильных выступлений специалистов проекта «МАКСМ» на международных конференциях и семинарах, двукратное представление проекта на уровне ООН. Выполнено формирование руководящего органа Проекта с заключением трех с лишним десятков соглашений о сотрудничестве с организациями по всему миру.

Первый заместитель председателя комитета, идеолог и руководитель проекта «МАКСМ» от МАА профессор В.А. Меньшиков выступил на заседании с проектом устава организации, где обобщил результаты обсуждения и суть внесенных поправок. По общему мнению членов комитета, представленный на утверждение текст устава вполне позволяет приступить к юридическому оформлению этого документа и начать плотно работать непосредственно над осуществлением проекта. С обширным планом работы комитета на предстоящий год выступил один из его сопредседателей – генеральный секретарь МАА господин Ж.М. Контан. После обсуждения и корректировок план был единогласно одобрен и принят в качестве руководства к действию.

Повесткой дня заседания стало обсуждение места и времени проведения очередного международного симпозиума по тематике «МАКСМ». В ходе обсуждения вопроса собравшиеся пришли к компромиссному решению провести третий симпозиум в Испании (в 2011 г.), а четвертый – в Украине (в 2012 г.).

Юридическое оформление комитета как неправительственной организации с международным статусом позволит начать работу в сугубо практической плоскости реализации проекта. «Невозможное сегодня – станет возможным завтра» – таков девиз многочисленных сторонников проекта «МАКСМ» по всему миру.

## О 12-Й ЕЖЕГОДНОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, НАДЕЖНОСТЬ, КАЧЕСТВО, ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Ежегодная международная научно-практическая конференция состоялась 6–10 сентября 2010 г. на черноморском побережье в поселке Новомихайловский Туапсинского района, на базе отдыха Санкт-Петербургского государственного политехнического университета.

**Информационные спонсоры конференции** – журналы «Безопасность в техносфере», «Безопасность жизнедеятельности» и «Известия РГСУ». В организации конференции участвовали следующие вузы: г. Ростов-на Дону – РГСУ, ДГТУ, РГУПС РГАСХМ, г. Новочеркасск – ЮРГТУ(НПИ), г. Москва – МГТУ им. Н.Э. Баумана, МГТУ – СТАН-КИН.

На конференции было представлено более 120 докладов от вузов, органов надзора и контроля, административных органов, министерств и ведомств, организаций и фирм России, ближнего и дальнего зарубежья, занимающихся вопросами техносферной безопасности по направлениям: образование и обучение, научные исследования, производственная деятельность.

В заключительном заседании непосредственное участие приняли 44 человека из 16 городов, в т.ч. 12 профессоров и докторов наук, 11 доцентов и кандидатов наук, 11 представителей промышленных предприятий. В рамках конференции было проведено заседание Южно-Российского отделения научно-методического совета (НМС) по безопасности жизнедеятельности Минобрнауки России. В числе вопросов, рассмотренных на конференции, был вопрос о работе ассоциации кафедр БЖД при

МАНЭБ (докладчики – проф. Л.Э. Шварцбург, проф. К.Р. Малаян).

Большой интерес вызвали доклады профессора Н.Н. Красногорской (г. Уфа, УГАТУ) «Об опыте работы и требованиях к подготовке примерных основных образовательных программ и учебных планов профилей для бакалавров по направлению «Техносферная безопасность» и профессора В.М. Гарина (Ростов-на-Дону, РГУПС) «О состоянии реки Дон и мерах по сохранению Нижнего Дона в новых условиях».

Участники заседания **приняли решение:**

- одобрить представленные доклады по актуальным темам;
- пригласить к участию в организации будущих конференций Санкт-Петербургский государственный политехнический университет – СПбГПУ (профессор К.Р. Малаян включен в состав оргкомитета от СПбГПУ);
- опубликовать материалы конференции в виде сборника трудов до 31 декабря 2010 г. (ответственные – профессор С.Л. Пушенко, доцент Е.А. Трушкова из Ростовского государственного строительного университета).

Участники заседания отметили полезность проводимых встреч (в рамках доклада по истории конференции профессора А.В. Фролова от Южно-Российского государственного технического университета) и **приняли решение провести очередную, 13-ю конференцию** в первой половине сентября 2011 г. на базе отдыха «Политехник» СПбГПУ.

---

### Книга о кафедре «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана

Кафедра «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана: прошлое, настоящее и будущее. 1930–2010 / под ред. Г.П. Павлихина. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. – 239 с.: ил.

В книге представлена история образования и становления кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ им. Н.Э. Баумана, которая стала преемницей кафедр «Техника безопасности» и «Охрана труда». Рассмотрены основные периоды развития кафедры, неразрывно связанные с этапами

развития МГТУ им. Н.Э. Баумана, а также становления высшего технического образования в России. Рассказано, как из общеуниверситетской кафедра превратилась в выпускающую по двум специальностям.

Книга будет интересна студентам, аспирантам и преподавателям, интересующимся историей развития дисциплин от «Техники безопасности» и «Охраны труда» до «Защиты окружающей среды», «Экологии» и «Безопасности жизнедеятельности».



## РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОЗДАНИЮ БЮДЖЕТНЫМИ НАУЧНЫМИ И ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМИ УЧРЕЖДЕНИЯМИ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОБЩЕСТВ В ЦЕЛЯХ ПРАКТИЧЕСКОГО ПРИМЕНЕНИЯ (ВНЕДРЕНИЯ) РЕЗУЛЬТАТОВ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

С принятием Федерального закона от 2 августа 2009 г. № 217-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» (далее – Федеральный закон) бюджетные научные учреждения и высшие учебные заведения, являющиеся бюджетными образовательными учреждениями, а также созданные государственными академиями наук научные учреждения и высшие учебные заведения (далее – научные и образовательные учреждения) получили право создавать (в т.ч. совместно с другими лицами) хозяйственные общества без согласия федеральных органов исполнительной власти или государственных академий наук, в ведении которых они находятся, при одновременном соблюдении следующих условий:

- предметом деятельности создаваемых хозяйственных обществ является практическое применение (внедрение) результатов интеллектуальной деятельности (далее – РИД), исключительные права на которые принадлежат соответствующим учреждениям;

- в уставный капитал создаваемого хозяйственного общества должно вноситься право использования РИД, исключительные права на которые сохраняются за соответствующими учреждениями. При этом право использования РИД должно вноситься в уставный капитал хозяйственного общества на основании решения учредителя (учредителей) о создании хозяйственного общества путем заключения лицензионного договора, заключаемого между научным или образовательным учреждением и хозяйственным обществом после внесения записи о государственной регистрации хозяйственного общества в Единый государственный реестр юридических лиц;

- перечень РИД, право использования которых может вноситься в уставный капитал хозяйственных обществ по лицензионному договору, является закрытым и включает в себя только изоб-

ретения, полезные модели, промышленные образцы, селекционные достижения, программы для электронных вычислительных машин, базы данных, топологии интегральных микросхем и секреты производства (ноу-хау);

- в случае привлечения соучредителей при создании хозяйственных обществ доля научного или образовательного учреждения в уставном капитале создаваемого общества должна составлять более 25 процентов для акционерных обществ и более одной трети для обществ с ограниченной ответственностью;

- в течение семи дней с момента внесения в Единый государственный реестр юридических лиц записи о государственной регистрации создаваемого хозяйственного общества научное или образовательное учреждение обязано направить уведомление о создании хозяйственного общества в Министерство образования и науки Российской Федерации. В целях практической реализации положений Федерального закона научному или образовательному учреждению, планирующему создать хозяйственное общество, необходимо осуществить следующие действия:

- 1) провести в соответствии с Инструкцией по бюджетному учету, утвержденной приказом Минфина России от 30.12.2008 г. № 148н (зарегистрирован в Минюсте России 12.02.2009 г. № 13309), бюджетный учет РИД, права на которые в силу положений действующего законодательства или заключенного учреждением договора, принадлежат научному или образовательному учреждению. При постановке РИД на бюджетный учет должна быть определена стоимость соответствующего РИД на основании затрат на его создание (приобретение);

- 2) провести оценку права использования РИД, которое будет являться вкладом в уставный капитал хозяйственного общества, а также оценку иного имущества, вносимого в уставный капитал хозяйственного общества. Такая оценка не может быть ниже расходов, понесенных учреждением при приобретении, создании соответствующих результатов интеллектуальной деятельности и обеспечении

условий для их использования в запланированных целях. При этом необходимо учитывать, что в случае, если научное или образовательное учреждение планирует оценить стоимость права использования РИД на сумму более пятисот тысяч рублей, должен быть привлечен независимый оценщик;

3) определить, будет ли научное или образовательное учреждение являться единственным учредителем хозяйственного общества либо будут привлечены соучредители. Доля (акции) соучредителей в уставном капитале хозяйственного общества должна быть оплачена денежными средствами не менее чем наполовину. Оставшаяся часть доли (акций) соучредителей в уставном капитале хозяйственного общества может быть оплачена исключительными правами на результаты интеллектуальной деятельности, правом использования результатов интеллектуальной деятельности, материалами, оборудованием или иным имуществом, необходимыми для практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности, исключительные права на которые либо право использования которых вносятся в качестве вклада в уставный капитал хозяйственного общества;

4) принять решение о создании хозяйственного общества или провести собрание учредителей, на котором будет принято решение о создании хозяйственного общества. В решении о создании хозяйственного общества должны быть отражены следующие вопросы: создание хозяйственного общества определенной организационно-правовой формы и с определенным названием; определение местонахождения общества; определение размера уставного капитала хозяйственного общества и размера доли каждого участника в уставном капитале хозяйственного общества; определение порядка оплаты долей участниками общества; утверждение устава хозяйственного общества; назначение единоличного исполнительного органа (если это не относится в соответствии с уставом хозяйственного общества к компетенции наблюдательного совета); формирование (при наличии в соответствии с уставом) коллегиального исполнительного органа и наблюдательного совета (совета директоров); осуществление государственной регистрации общества;

5) подать в территориальный орган Федеральной налоговой службы по месту нахождения создаваемого хозяйственного общества документы на государственную регистрацию;

6) уведомить Минобрнауки России о создании хозяйственного общества в течение семи дней с момента внесения в Единый государственный реестр юридических лиц записи о государственной регистрации хозяйственного общества;

7) рекомендуется уведомить федеральный орган исполнительной власти или государственную академию наук (по подведомственности);

8) заключить лицензионный договор с созданным хозяйственным обществом и зарегистрировать лицензионный договор в Роспатенте (в том случае, если результат интеллектуальной деятельности, право на использование которого передается, подлежит государственной регистрации).

Научным и образовательным учреждениям необходимо иметь в виду, что созданное хозяйственное общество может быть признано малым или средним предприятием в соответствии с Федеральным законом от 24 июля 2007 г. № 209-ФЗ «О развитии малого и среднего предпринимательства в Российской Федерации» с учетом изменений, внесенных ст. 4 федерального закона, и пользоваться гарантиями и льготами, предоставляемыми данным хозяйствующим субъектам.

В дальнейшем научным и образовательным учреждениям необходимо учитывать, что они вправе распоряжаться долями (акциями) в уставных капиталах созданных хозяйственных обществ только с предварительного согласия государственных органов или государственных академий наук, в ведении которых находятся соответствующие научные или образовательные учреждения.

Однако при этом доходы от распоряжения долями (акциями) в уставных капиталах таких хозяйственных обществ, а также часть прибыли хозяйственных обществ, полученная научными или образовательными учреждениями (дивиденды), поступают в самостоятельное распоряжение научных и образовательных учреждений, учитываются на отдельном балансе и направляются только на правовую охрану результатов интеллектуальной деятельности, выплату вознаграждения их авторам, а также на осуществление уставной деятельности научных и образовательных учреждений. Для реализаций этой нормы должны быть внесены соответствующие изменения в уставы научных и образовательных учреждений и генеральные разрешения главных распорядителей бюджетных средств, которым подведомственны данные учреждения.

При возникновении у научных и образовательных учреждений вопросов, связанных с созданием хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности, права на которые принадлежат данным учреждениям, необходимо обращаться в Минобрнауки России по адресу: 125993, ГСП-3, г. Москва, ул. Тверская, д. 11, или по телефону: 629-7889; 629-5813.