

Научно-производственный и культурно-образовательный журнал

2019 Quality and life



# КАЧЕСТВО и ЖИЗНЬ

*Мы не решаемся сделать шаг не потому, что он труден.  
Он труден, потому, что мы на него не решаемся* Сенека

**ТЕМА НОМЕРА:**

**Оценивай  
риски  
и  
совершенствуйся**



2





## В Президиуме МОО «Академия проблем качества»

29 мая прошло очередное заседание Президиума МОО «Академия проблем качества».

Основной доклад по теме «Об основных направлениях научно-общественной деятельности Академии в области повышения качества управления вторичными ресурсами и ресурсосбережением на основе наилучших доступных технологий (НДТ) и практик регулирования» сделал член Президиума, директор ФГАУ «Центр экологической промышленности политики» к.э.н. Д.О. Скобелев.

Содокладчиком о принятых оргмерах по созданию специального отделения по данной проблеме выступил член Президиума, д.т.н. профессор М.Л. Рахманов.

Принявшие участие в обсуждении доклада члены Президиума и приглашенные лица отметили чрезвычайно высокую актуальность и значимость данного направления деятельности и признали необходимость продолжения работы с ее поддержкой всеми ресурсами Академии.

Президиум утвердил в составе МОО «Академия проблем качества» проблемное отделение «Наилучшие доступные технологии и ресурсосбережение» и одобрил основные направления его деятельности в данной области. Утвержден также в качестве президента этого отделения член Президиума, к.э.н. Скобелев Дмитрий Олегович.

Член президиума, главный ученый секретарь Академии Н.С.Круглов сделал сообщение о государственной регистрации изменений и дополнений в Уставе организации. В частности доложено, что в новом Уставе с учетом стоящих вызовов в социально-экономической жизни страны уточнены цели и предмет научно-общественной деятельности Академии. Существенные поправки направлены на совершенствование коллективного управления организацией. Расширены компетенции Президиума, ему предоставлено право иметь и избирать из своего состава Бюро Президиума, в качестве коллективного органа руководства оперативно действующего в период между заседаниями Президиума. Кроме того уточнены и расширены обязанности и права первого вице-президента и главного ученого секретаря.

За большой личный вклад в дело общественного и профессионального содействия решению государственных задач повышения качества были вручены почетные медали «За верность качеству».

Президиум также рекомендовал члена Президиума профессора Панкину Г.В. возглавить Международное отделение Академии.



# СОДЕРЖАНИЕ

Учредители:

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации,  
Межрегиональная общественная организация  
«Академия проблем качества»

## КАЧЕСТВО И ЖИЗНЬ

Научно-производственный  
культурно-образовательный журнал

2019 № 2(22)

Свидетельство о регистрации в Роскомнадзор

ПИ № 77-16571 от 13.10.2003

ISSN 2312-5209

Подписной индекс Пресса России – 43453

### Редакционный совет:

Г.И. Элькин (*председатель*), д.э.н.; А.В. Абрамов;  
Ю.П. Адлер, к.т.н., проф.; В.Н. Азаров, д.т.н., проф.;  
В.Н. Бас, д.э.н.; Ф.В. Безязычный, д.т.н., проф.;  
В.Я. Белобрагин, д.э.н., проф.; Б.В. Бойцов, д.т.н.,  
проф.; И.Н. Бокарев, д.мед.н., проф.;  
В.А. Васильев, д.т.н., проф.; С.А. Васин, д.т.н.,  
проф.; В.Г. Версан, д.э.н., проф.; Г.П. Воронин,  
д.э.н., проф.; С.Г. Емельянов, д.т.н., проф.;  
Л.К. Исаев, д.т.н., проф.; Ю.С. Карабасов, д.т.н.,  
проф.; И.А. Коровкин, к.э.н.;  
Ю.В. Крыанев, д.филос.н., проф.;  
В.И. Кулайкин, к.п.н.; В.П. Марин, д.т.н., проф.;  
В.В. Окрепилов, д.э.н., проф., акад. РАН;  
Г.В. Панкина, д.т.н., проф.; М.А. Погосян, д.т.н.,  
проф., акад. РАН; М.Л. Рахманов, д.т.н., проф.;  
А.А. Рыжжик, д.т.н., проф.;  
А.К. Скворчевский, д.т.н., проф.;  
П.Б. Шелищ, к.филос.н.; Б.А. Якимович, д.т.н., проф.

### Редакционная коллегия:

Б.В. Бойцов (главный редактор), д.т.н., проф.,  
засл. деятель науки РФ; Н.С. Круглов (первый  
заместитель главного редактора);  
К.В. Леонидов; Дэвид Кемпбелл, доктор;  
М.Ю. Куприков, д.т.н., проф.; Г.Н. Иванова, к.э.н.,  
доцент; И.А. Сосунова, д.социол.н., проф.;  
В.П. Марин, д.т.н., проф., засл. деятель науки РФ;  
Ю.И. Денискин, д.т.н., проф.;  
В.Я. Кершенбаум, д.т.н., проф., засл. деятель  
науки РФ; Е.В. Дубинская (отв. секретарь), к.т.н.

Издатель – Межрегиональная общественная  
организация «Академия проблем качества»  
119049, Москва, Ленинский просп., д. 9, к. 316  
Тел./факс: (499) 236-1536, e-mail: arq\_p@mail.ru  
www.academquality.ru  
www.академия-качества.рф

Ответственный за выпуск: Е.В. Дубинская

Редактор и корректор: И.К. Лапина

Перевод: Е.Н. Комкова

Дизайн и компьютерная верстка: Г.И. Сурикова

### Работа с авторами и подписчиками:

Л.А. Смирнова, Н.С. Боцманова

Тел./факс: (499) 236-5540, e-mail: ql-mail@mail.ru

Подписано в печать 19.06.2019

Бумага мелованная. Заказ № 260779

Формат 60×90/8

Гарнитура YanusC, Minion Pro

Печать офсетная

Тираж 900 экз.

Отпечатано в типографии

ООО «Вива-Стар», г. Москва

Мнение авторов статей может не совпадать с мнением редакции. Перепечатка материалов, а также полное или частичное воспроизведение их в электронном виде возможны только с письменного разрешения издателя. Ссылка на журнал обязательна

## УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

Бойцов Б.В., Крыанев Ю.В.

Качество и образование .....3

Boytsov B.V., Kryanev Yu.V.  
Quality and Education

Бойцов Б.В., Жетесова Г.С., Абдибекова С.К.

Анализ зарубежного опыта по разработке и оценке образовательных программ при взаимодействии с работодателями .....9

Boytsov B.V., Getesova G.S., Abdibekova S.K.  
The Analysis of Foreign Experiment on Development and Assessment of Educational Programs in Interaction by Employers

Горленко О.А., Малахов Ю.А., Можаяева Т.П.

Формирование критического мышления у обучающихся в образовательных организациях .....15

Gorlenko O.A., Malakhov Y.A., Mozhaeva T.P.  
Forming Critical Thinking at Learners in Educational Organizations

Брыкалов С.М.

Контекст организации: методические и практические подходы к разработке и реализации (на примере промышленных комплексов и предприятий) .....20

Brykalov S.M.  
Context of the Organization: Methodical and Practical Approaches to Development and Realization (on the Example of Industrial Complexes and the Enterprises)

Пырков А.В., Юрцев Е.С., Рагуткин А.В., Цырков Г.А., Ермохин Е.А.

Управление жизненным циклом продукции с позиций нового уклада организации производственных систем .....28

Tsyrvkov A.V., Yurtsev E.S., Ragutkin A.V., Tsyrvkov G.A., Yermokhin E.A.  
Product Life Cycle Management from the Position of the New Owning of the Organization of Production Systems

Плавельский Е.П.

Роль технического регулирования в управлении качеством продукции машиностроения .....35

Plavelsky E.P.  
Role of Technical Regulation in Product Quality Control of Mechanical Engineering

Загидуллин Р.С., Баринов П.В., Буркова В.А., Глушков С.В., Митрошкина Т.А.

Современные методы улучшения качества проектирования специальной технологической оснастки для испытаний сборочно-защитного блока научно-энергетического модуля .....44

Zagidullin R.S., Barinov P.V., Burkova V.A., Glushkov S.V., Mitroshkina T.A.  
Modern Methods of Improving Quality of Design of the Special Industrial Equipment for Tests of the Assembly and Protective Block of the Scientific and Power Module

Маякова А.В.

Управление рисками в России и за рубежом .....54

Mayakova A.V.  
Risk Management in Russia and Abroad

Горленко О.А., Можаяева Т.П.

Риск-ориентированный подход в управлении кадровыми процессами в системе менеджмента качества организации .....61

Gorlenko O.A., Mozhaeva T.P.  
Risk-Oriented Approach in Management of Personnel Processes in a Quality Management System of the Organization

Краев А.В., Иванова В.А.

Идентификация рисков при декларировании соответствия продукции .....69

Kraev A.V., Ivanova V.A.  
Identification of Risks when Declaring Compliance of Products

Сысоева Е.А.

Цифровизация России – путь к повышению качества жизни населения .....74

Sisoeva E.A.  
Digitalization of Russia – a Way to Improve Quality of Life



Пахомов А.А., Крееренко О.Д. <b>Цифровая обработка оптических снимков поверхности Марса кепстральным методом</b> .....	81
Pakhomov A.A., Kreerenko O.D. Digital Processing of Optical Images of Mars Surface by Cepstral Method	

## ТРАНСПОРТ

Ресинец А.И., Лебединский А.В. <b>Совершенствование системы подготовки авиационного персонала гражданской авиации в организациях разработчика и изготовителя авиационной техники</b> .....	86
Resinets A.I., Lebedinsky A.V. Improvement of the Aircraft Staff Training System of Civil Aviation in the Organization of the Developer and Manufacturer of Aviation Equipment	

Бойцов Б.В., Кравченко Г.Н., Попов Ю.И. <b>Оценка вероятности появления перегрузочных циклов нагружения силовых деталей транспортных самолетов в эксплуатации</b> .....	94
Boytsov B.V., Kravchenko G.N., Popov Yu.I. Estimation of the Probability of Occurrence of Overload Loading Cycles of Power Parts of Transport Aircraft in Operation	

Ресинец А.И., Колмаков В.С. <b>Повышение качества послепродажного обслуживания – стратегическое направление развития отечественного вертолетостроения</b> .....	98
Resinets A.I., Kolmakov V.S. Improving the Quality of After-Sales Service is a Strategic Direction for the Development of the Domestic Helicopter Industry	

Горбунов В.П. <b>Эволюция бизнес-моделей низкобюджетных авиакомпаний – фактор аэропорта</b> .....	106
Gorbunov V.P. Evolution of Low-Cost Airline Business Models - Airport Factor	

Кичеев В.Е. <b>Рациональный способ решения канонических уравнений метода сил</b> .....	113
Kicheev V.E. A Rational Way to Solve Canonical Equations of the Force Method	

Мутушев Д.М. <b>Математическое моделирование в задачах управления качеством технических и эксплуатационных характеристик транспортных объектов</b> .....	118
Mutushev D.M. Mathematical Modeling in Problems of Quality Management of Technical and Operational Characteristics of Transport Facilities	

Сухов С.С. <b>Снижение риска травмирования водителя совершенствованием методики расчета тормозной динамики автотранспортного средства</b> .....	124
Sukhov S.S. Reducing the Risk of Injury to the Driver by Improving the Method of Calculating the Braking Dynamics of the Vehicle	

## ОХРАНА ТРУДА

Лустгартен Т.Ю. <b>Эффективная система управления охраной труда – путь к нулевому травматизму</b> .....	129
Lustgarten T.Yu. Efficient Health Safety Management System – Way to Zero Injury	

Лустгартен Т.Ю. <b>Результат оценки условий труда разными методиками</b> .....	131
Lustgarten T.Yu. Results of Estimation of Work Conditions by Different Methods	

Рамзаев А.В. <b>Применение многофункциональных машин для улучшения условий труда при обработке прессованных грубых кормов в условиях фермерских хозяйств</b> .....	134
Ramzaev A.V. The Use of Multifunctional Machines to Improve Working Conditions when Processing Pressed Roughage in the Conditions of Farms	





# Качество и образование



## Б.В. Бойцов

*д.т.н., профессор, научный руководитель кафедры 104 «Технологическое проектирование и управление качеством» Московского авиационного института (НИУ), первый вице-президент Академии проблем качества; Москва*

*e-mail: kaf104@mai.ru*



## Ю.В. Крынев

*д.ф.н., профессор, заведующий кафедрой Московского авиационного института (НИУ), президент отделения «Философия качества» Академии проблем качества; Москва*

**Аннотация.** Система обучения управлению качеством тесно связана с наукой, и с инновационностью. Сущность инновационной деятельности состоит в создании новой продукции, новых технологий в области хозяйства, услуг, культуры, образования, удовлетворяющее потребностям общества, социальных групп и индивидов, способствующие их развитию. Налицо создание нового качества. В свою очередь все качественное многообразие, возникающее в процессе инновационной деятельности, позволяет совершенствовать всю систему последней. Отсюда необходимость управления качеством, а через него и всем обществом. Возникла потребность в создании и реализации единой концепции образования в области качества и его управления.

**Ключевые слова:** Качество, качество жизни, наука, образование, система, методология.

Система обучения управлению качеством тесно связана с наукой, и с инновационностью. Сущность инновационной деятельности состоит в создании новой продукции, новых технологий в области хозяйства, услуг, культуры, образования, удовлетворяющее потребностям общества, социальных групп и индивидов, способствующие их развитию. Налицо создание нового качества. В свою очередь все качественное многообразие, возникающее в процессе инновационной деятельности, позволяет совершенствовать всю систему последней. Отсюда необходимость управления качеством, а через него и всем обществом. Возникла потребность в создании и реализации единой концепции образования в области качества и его управления. Само образование представляет сложную систему, обеспечивающую различные социальные, технологические и культурные функции.

В числе определяющих факторов, от которых зависит сегодня подъем российской экономики и перспективы ее развития (расширение производства, объемы инвестиций, благоприятная конкурентная среда и др.), на первый план все более

выдвигается проблема качества. Качества не только производственных технологий, выпускаемой продукции, потребительских свойств товаров и услуг. Речь идет о качественных изменениях более широкого порядка и значения – и в системе хозяйствования, и в культуре труда, и в социальном устройстве. В конечном счете – о качестве жизни, которое, по сложившейся российской традиции, всегда соотносилось с духовностью, нравственностью, нравственными ценностями.

Формы выражения качества жизни могут быть различными. В какой-то мере это и множественность, и конгломеративность, и суммативность, и др., но наиболее адекватным способом его реализации является системность. В свою очередь, системная природа качества жизни выражается через сложную структуру взаимосвязей ее составляющих:

- качество природной среды;
- качество здоровья популяции;
- духовное качество;
- качество образования и т.п.

И более частные аспекты, представляющие, по сути дела, элементы подсистем качества жизни (адекватное питание, экологичное жилище, справедливость и др.).

Качество начинается с самой личности человека, развития его духовно-творческих возможностей, реализуемых в созидательно-преобразующей деятельности, в результате которой и рождается новое качество. Отсюда понятна роль образования, призванного обеспечить формирование такой личности, способной осуществить качественные изменения в сфере своей профессиональной деятельности.

Вместе с тем качество предстает сегодня и как особая предметная область познания и системного обучения. Критерии качества, стратегия и методология его обеспечения требуют современных под-

ходов и квалификационных решений в многообразной жизненной практике. Вот почему все более насущной становится образовательная подготовка специалистов по качеству. Это доказывается и тем фактом, что в последнее время на ряде крупных и средних предприятий возникают службы качества численностью в десятки человек каждая. Расчеты показывают: уже в ближайшее время для российских предприятий потребуются десятки тысяч таких специалистов. Кроме того, для проведения внешнего и внутреннего аудита и особенно в связи с внедрением сертификации качества нужны будут еще многие тысячи подготовленных аудиторов. Предприятия и фирмы нуждаются в специалистах высокого класса, способных свободно ориентироваться в конъюнктуре рынка и усложняющихся запросах современного общества.

Следует подчеркнуть, что критерии в области качества, как и прежде, направлены большей частью лишь на производственный процесс и на изделие, тогда как система управления качеством, и сам человек как потребитель, с его интересами и потребностями, все еще остаются на втором плане. Вхождение России в мировое экономическое сообщество требует незамедлительного пересмотра таких взглядов, поскольку отношение к качеству и конкурентоспособность экономики, как показывает опыт развитых стран, неразрывно связаны между собой. Согласно мнению ведущих специалистов в области управления качеством, в частности А. Фейгенбаума, при выработке стратегии следует иметь в виду две формы конкуренции. Первая общеизвестна, традиционна и представляет собой конкурентоспособность товаров и услуг на международном рынке и завоевание этого рынка. Вторая – невидима. Она заключена в самой среде: интеллектуальной, творческой, управленческой, производственной и т.д., а также в том, как в конкурирующих странах или фирмах руководители и менеджеры, инженеры и рабочие, политики и экономисты понимают категорию их качества, как действуют и принимают решения в системе его обеспечения.

Эта форма конкуренции менее поддается оценке и требует больших усилий для своего развития. Но она – ключ к стратегическому обеспечению конкурентоспособности страны и предполагает эффективность работы руководящих менеджеров в использовании совокупных возможностей людей – их умений, навыков, отношений в интересах компаний и общества в целом.

Безнадёжно отсталым представляются попытки рассматривать проблемы качества и искать их решения только на технологическо-производственном поле. Категория качества является фундамен-

тальным, системным определителем социальной политики, основной стратегии бизнеса и развития экономики страны в XXI столетии.

Все это требует принципиально нового подхода к системе образования. Сегодня уже недопустимо трактовать обучение и подготовку в области качества как некое приложение к образовательному процессу. Следует в полной мере осознать, что в современных условиях качество есть фундаментальная, подлежащая всеобщему изучению область знания, далеко выходящая за пределы простой информации, содержащейся в правовых и нормативно-технических документах, в различного рода руководящих методиках. Качество сегодня – сфера научной организации социально-экономической деятельности общества, сложная сфера исследований для специалистов широкого круга.

В ряде стран за рубежом уже успели осознать это, обратившись к практическим решениям в области качества – система всеобщего управления качеством-завоевала прочные позиции во многих преуспевающих фирмах, существенно меняя и взгляды на образование. Всеобщее управление качеством предполагает разработку долговременной стратегии экономического развития предприятия, вовлекающей в творческую деятельность всех его работников в интересах самой фирмы, потребителей ее продукции и общества в целом, а, следовательно, требует от каждого участника социально-производственного процесса знания основ науки о качестве.

Систему образования в области качества нам предстоит строить не с нуля, так, в 1987 году была открыта специальность 1906 – «Метрология, стандартизация и управление качеством», по которой вели подготовку инженеров около 10 советских вузов. Позже она разделилась на две самостоятельные специальности: 1908 – «Метрология и метрологическое обеспечение» и 0720 – «Стандартизация и сертификация». Они были ориентированы на подготовку специалистов, в функции которых входило обеспечение качества продукции, а именно – проверка ее на соответствие требованиям стандартов, ТУ и других нормативных документов. При этом никак не затрагивались системы управления качеством и сам «человеческий фактор».

В 1998 г. Минобразования России ввело уже новую специальность – 340100 – «Управление качеством» с квалификацией инженер-менеджер. Студент, обучающийся по этой специальности, изучает такие предметы как маркетинг, менеджмент, управление персоналом, управление процессами, хозяйственное право, экономическая теория и др. Кроме того, в число изучаемых дисциплин входят метрология, стандартизация и сертификация, ме-





тоды и средства измерений, испытаний и контроля, квалиметрия, основы CALS-технологий. Иначе говоря, специалист в области управления качеством получает системную образовательную подготовку, включающую в себя целый комплекс философских, социальных, экономических, управленческих и инженерных знаний.

В настоящее время разрабатываются проекты новых государственных образовательных стандартов, определяющих минимум требований к содержанию и уровню подготовки выпускников по специальностям (с рабочими названиями): «Экологическое управления качеством», «Информационно-интегрированные системы технологии управления качеством», «Менеджмент качества» (второй уровень профессионального образования). Сюда относятся также образовательный стандарт по подготовке бакалавров в области качества и магистерские программы, предусматривающие получение квалификации «менеджер систем качества».

В рамках дополнительного образования можно получить послевузовскую специальность – «менеджер систем качества» или «инженер в области качества» – в зависимости от предшествующего образования, что соответствует второму диплому российского образования или диплому о самой профессиональной деятельности.

Имеющиеся результаты явились основой для широкого развития межведомственных партнерских связей Минобрнауки России. В частности, в рамках направления «Качество технологий, продукции, образовательных услуг и объектов» действуют:

- двухсторонние соглашения с Росстандартом, Госстроем России, Ростехнадзором России, Минэкономки России;
- международные соглашения с BAM (Германия), DAR (Германия), NIRDVERITAS (Норвегия).

Совместно с зарубежными партнерами (Англия, Швеция, Германия) созданы совместные центры по подготовке и аттестации специалистов в области качества. Центры получили международную аккредитацию.

В настоящее время Минобрнауки России проводит комплекс работ по созданию системы сертификации питания, одежды, учебного оборудования и учебных помещений для обучающихся. В этих целях подготовлен и направлен в правительство проект постановления «О государственной экспертизе объектов образовательного процесса» и «Положения» о ее проведении.

В России открылась новая область образования – подготовка специалистов по «Всеобщему управлению качеством». Создана «Единая система подготовки, сертификации и регистрации специа-

листов по качеству» – в соответствии с соглашением, заключенным между Минобрнауки и Росстандартом.

Росстандарт зарегистрировал в «Системе сертификации ГОСТ Р» перечень квалификационных услуг по подготовке на добровольных началах специалистов в области метрологии, стандартизации, сертификации и управления качеством, который в дальнейшем предполагается аккредитовать в ЕОК. После прохождения обязательных курсов – при наличии опыта работы и сдачи экзаменов – специалистам могут быть присвоены звания: «Преподаватель – профессионал в области качества», «Менеджер систем качества». Студентам, окончившим университетский курс «Управления качеством», присваивается звание «Адъюнкт качества».

В Москве при поддержке Минобрнауки и Росстандарта открыт Европейский центр по качеству (ЕЦК), учрежденный с участием ЕОК, Кренфилдского Университета (Великобритания), Академии проблем качества, МАИ, МИЭМ, главной целью которого является подготовка преподавателей сертифицированных курсов – с адаптацией их для России (в настоящее время приобретено два курса: «Введение в обеспечение качества» и «Принципы и методы всеобщего управления качеством» с авторским правом на 99 лет). С 1998 г. за счет ЕС 10 преподавателей российских вузов уже прошли обучение в европейских университетах на право преподавания сертифицированных курсов ЕОК и заимели сертификаты ЕОК как профессионалы в области качества. К настоящему времени в ЕЦК получили подготовку сотни вузовских преподавателей из 15 регионов России, 30 из которых успешно сдали экзамены в Институте обеспечения качества Великобритании (IQA).

Вышли несколько десятков монографий и учебных пособий. При этом учебное пособие «Управление качеством» и сб. «Антология русского качества», монографии «Философия качества», «Качество жизни» и др., подготовленные Академией проблем качества, отмечены разными наградами.

В России новая образовательная область «Управления качеством» полностью гармонизирована с международными требованиями, что позволит нашим преподавателям стать дипломированными специалистами этого профиля, выйти на международный рынок.

Таким образом, в России заложена определенная база для развития образования в области качества, которая ориентирована в том же направлении, что и образовательная система европейских стран.

Тем не менее, требуется еще многое сделать, чтобы осознать важность нового взгляда на каче-

ство как на современную основу любого вида деятельности – независимо от ее специализации.

Сейчас необходимо задействовать эффективную, четко разработанную систему образования в области качества, которая бы связала в единый процесс все ступени обучения – от начальных классов школы до университета и охватила работников всех сфер и категории – от рабочих до управляющих бизнесом и членов правительственной администрации. И первым шагом к построению такой системы должна стать Федеральная программа по непрерывному образованию в области качества. Цель ее – формирования и удовлетворения социальной потребности общества и каждого человека в качестве труда, производимой продукции, услуг, среды обитания – в качестве жизни в целом, способным обеспечить эффективное экономическое и культурное развитие страны.

Федеральная программа носит комплексный характер и реализуется на многоуровневой основе – на уровнях школьного, среднего специального, высшего образования, при повышении квалификации, переподготовке и цикловой подготовке специалистов, при подготовке кадров высшей квалификации, проведение научных исследований и разработок проблем качества. Строится такая система должна на принципах непрерывности и преемственности процесса образования, интеграции высшего и послевузовского профессионального образования, определенных Федеральным законом «О высшем и послевузовском профессиональном образовании» от 22.08.96. № 125-ФЗ.

Потребность российского общества в молодых специалистах, профессионально владеющих современными знаниями и навыками по изучению потребностей рынка, структурой и динамикой инновационной деятельности, системами управления качеством в различных сферах производства, цифровыми технологиями и по устойчивому выпуску конкурентоспособной наукоемкой продукции, подтверждена различными документами.

Предлагаемая структура многоуровневой комплексной системы непрерывного образования в области качества:

### Получение основ знаний о качестве в школьном образовании.

#### Предполагаемые организационные меры:

- определение базовых вузов, осуществляющих подготовку и переподготовку учителей по проблемам качества, их аккредитацию; организации на их основе образовательного процесса;
- подготовка и сертификация преподавателей вузов по проблемам качества;

- разработка учебных планов и программ для подготовки и переподготовки учителей средней школы в области качества, создание советуемого методического обеспечения (учебно-методические пособия, справочные материалы, методические указания и др.);

- установление перечня дисциплин среднего образования для включения в них соответствующих разделов по проблемам качества; разработка для них типовых учебных программ;

- издание учебно-методических и наглядных пособий для школьников;

- создание авторских коллективов по разработке научно-методических материалов в области качества;

- изготовление обучающих и контролирующих систем с использованием компьютерных программ и современных цифровых технологий;

- внедрение системы дистанционного образования для учителей и школьников по проблемам качества;

- разработка типового положения о специальных классах по проблемам качества;

- развертывание системы внеклассной работы со школьниками, в том числе создание рабочей группы и авторского коллектива по подготовке учебных и учебно-развлекательных программ для детей и школьников на телевидении и радио, организация публикаций в печати по основам качества жизни, разработка электронных игр по качеству и т.п.;

- создание Ассоциации учителей по проблемам качества.

### Обучение и подготовка учащихся специальных средних и профессиональных учебных заведений для последующей работы в области управления качеством:

- определения и аккредитация базовых вузов, осуществляющих подготовку и переподготовку преподавателей ПТУ, колледжей и техникумов по проблемам качества; сертификация преподавателей этих вузов, ведущих обучение по проблемам качества; организация учебного процесса по этому профилю;

- разработка учебных планов и программ для подготовки и переподготовки преподавателей техникумов, колледжей и ПТУ в области качества;

- создание учебно-методического совета по проблемам обучения учащихся в средних специальных и профессиональных учебных заведениях в области качества;

- установление перечня дисциплин среднего специального образования (с учетом специально-





стей и рабочих профессий) предназначенных для изучения вопросов качества и способов его обеспечения;

- разработка типовых учебных программ и содержание специальных дисциплин по изучению систем качества для различных специальностей и профессий;

- разработка и издание учебников, учебно-методических и наглядных пособий для средних специальных и профессиональных учебных заведений по проблемам достижения и обеспечения качества изделий, товаров и услуг;

- создание обучающих и контролирующих систем с использованием компьютерных программ и современной информационной технологии;

- разработка и внедрение системы дистанционного образования для преподавателей и учащихся средних специальных и профессиональных учебных заведений по проблемам достижения и обеспечения качества товаров и услуг;

- разработка типового положения о специальных кабинетах по проблемам качества;

- разработка тематических планов публикации научно-популярных материалов о качестве по видам профессий и специальности ПТУ, колледжей и техникумов для преподавателей и мастеров производственного обучения;

- создание Ассоциаций преподавателей по качеству средних специальных учебных заведений.

### Подготовка специалистов по управлению качеством и постановка обучения качеству для всех специальностей в системе высшего образования:

- разработка образовательных стандартов новых специальностей по качеству, типовых учебных планов, учебно-методических пособий по специальным дисциплинам, посвященным вопросам качества;

- выбор базовых вузов, региональных и отраслевых центров по подготовке и переподготовке преподавателей для чтения новых учебных курсов в области управления качеством; организация в них образовательного процесса соответствующего профиля;

- разработка и использование системы дистанционного образования для преподавателей и студентов вузов по специальности «Управление качеством»;

- разработка типовых учебных программ по новой общеинженерной дисциплине «Управления качеством» для всех специальностей высшего образования и введение соответствующих требований в государственные образовательные стандарты федерального статуса;

- издание учебников и учебно-методических пособий для различных специальностей высшего образования по специальности «Управление качеством»;

- разработка рекомендаций для разделов учебных курсов «Обеспечение качества»;

- создание учебно-методических комплексов по дисциплине «Управление качеством» для всех специальностей высшего образования;

- координация образовательной подготовки по специальностям «Управление качеством», «Метрология и метрологическое обеспечение», «Стандартизация и сертификация».

### Повышение квалификации, переподготовка и цикловая подготовка специалистов в области качества:

- определение, сертификация и аккредитация учебных заведений и региональных центров для повышения квалификации, переподготовки и цикловой подготовки специалистов в области качества;

- установление перечня соответствующих курсов и специальностей;

- разработка программ и учебно-методического обеспечения этих курсов;

- разработка коммерческой схемы для проведения работы по повышению квалификации, переподготовки и цикловой подготовки специалистов в области качества;

- издание рекламно-информационных материалов о курсах, учебных заведениях и центрах, осуществляющих повышение квалификации и переподготовку специалистов;

- подготовка, переподготовка и сертификация преподавателей системы повышения квалификации и переподготовки с учетом требований ЕОК;

- создание и внедрение дистанционного образования для повышения квалификации и переподготовки специалистов в области качества.

### Подготовка научных кадров высшей квалификации в области качества:

- разработка паспорта и другой необходимой документации для создания новой научной специальности «Управление качеством»;

- разработка учебных планов и подготовка научных кадров в аспирантуре и докторантуре по специальности «Управление качеством»;

- определение базовых вузов и создание в них ученых советов по защитах кандидатских и докторских диссертаций по указанному научному направлению;

- организация регулярных тематических школ, семинаров, конференций и симпозиумов для специалистов в области качества;
- создание экспертного совета и организация тематических сборников научных работ аспирантов, докторантов и специалистов в области качества;
- формирования научных школ по проблемам управления качеством;
- организация испытательных и сертификационных лабораторий в вузах и региональных центрах по качеству.

### Для проведения научных исследований в области качества необходимо:

- создать целевую программу научных исследований и разработок по проблемам управления качеством;
- учредить систему грантов для финансирования наиболее актуальных научных исследований по проблемам управления качеством.

Многое уже сделано в этом направлении, но и многое предстоит сделать.

Чтобы обеспечить высокий уровень и эффективность системы непрерывного образования в области качества, необходимо создать национальную систему сертификации и Реестр специалистов в области проблем качества с учетом требований Единой согласованной системы ЕОК регистрации/сертификации специалистов в области качества, менеджеров систем качества и аудиторов качества.

Перспективным представляется кластерный подход в решении задач интегрирования технического регулирования и качества.

Последовательное осуществление Федеральной программы и создание многоуровневой комплексной системы непрерывного образования в области качества способна радикально изменить отношение людей к труду, социально-экономическому устройству жизни, к судьбе своей страны, и ее прошлому, настоящему и будущему. Введение идеи качества в образовательные и просветительские программы всех уровней поможет российским гражданам глубоко проникнуться по-

ниманием истины, которую высказал в свое время выдающийся мыслитель И.А. Ильин: «Спасение России в качестве».

### Литература

1. Антология русского качества. Под ред. Б.В. Бойцова, Ю.В. Крыанева. – М., 2007.
2. Бойцов Б.В., Крыанев Ю.В., Кузнецов М.А. Качество жизни. – М., 2007.
3. Бойцов Б.В., Панкина Г.В. Перспективы совместных работ вузов и общественных объединений в области технического регулирования и качества (Кластерный подход)//Качество и жизнь. 2018.

### Quality and Education

**B.V. Boytsov**, doctor of technical Sciences, Professor, scientific head of the Department 104 «Technological design and quality management» of the Moscow aviation Institute (NRU), first Vice-President of the Academy of quality problems; Moscow

e-mail: kaf104@mai.ru

**Yu.V. Kryanev**, doctor of philosophy, Professor, head of the Department of the Moscow aviation Institute (NRU), President of the Department «Philosophy of quality» of the Academy of quality problems; Moscow

**Summary.** The quality management training system is closely related to science and innovation. The essence of innovation is to create new products, new technologies in the field of economy, services, culture, education that meets the needs of society, social groups and individuals that contribute to their development. There is a creation of a new quality. In turn, all the qualitative diversity that arises in the process of innovation, allows to improve the entire system of the latter. Hence the need for quality management, and through it, and the whole society. There was a need to create and implement a unified concept of education in the field of quality and its management.

**Keywords:** quality, quality of life, science, education, information technologies, system, methodologies.

### References:

1. Boytsov B.V., Kryanev Yu.V. Anthology of Russian quality. Moscow., 2007.
2. Boytsov B.V., Kryanev Yu.V., Kuznetsov M.A. Quality of life. Moscow., 2007.
3. Boytsov B.V., Pankina G.V. Prospects of joint work of universities and public associations in the field of technical regulation and quality (Cluster approach). *Quality and life*. 2018.





# Анализ зарубежного опыта по разработке и оценке образовательных программ при взаимодействии с работодателями

## Б.В. Бойцов

*д.т.н., профессор, научный руководитель кафедры 104 «Техноло-гическое проектирование и управление качеством» Московского авиационного института (НИИ), первый вице-президент Академии проблем качества; Москва*

## Г.С. Жетесова

*д.т.н., профессор, проректор по стратегическому развитию Карагандинского государственного технического университета; Республика Казахстан, г. Караганда*

*e-mail: zhetesova@mail.ru*

## С.К. Абдибекова

*к.пед.н., советник директора Центра Болонского процесса и академической мобильности; Республика Казахстан, г. Астана*

**Аннотация.** В статье представлен передовой зарубежный опыт по разработке компетентностно-ориентированных модульных образовательных программ при взаимодействии с рынком труда и их дальнейшей оценке.

**Ключевые слова:** модульное обучение, компетенции, стандарт, квалификация, качество.

Целью модульного обучения является поэтапное повышение уровня качества учебного процесса на основе создания ориентированных на результат образовательных программ, разработка которых не может осуществляться в отрыве от запросов работодателей. Одной из международных тенденций в образовании и обучении является разработка проекта модульной образовательной программы, в которой общий учебный план разделен на последовательные части (модули). Каждую из этих частей можно изучать, оценивать и сертифицировать отдельно. Углубленный анализ зарубежного опыта по разработке и оценке образовательных программ при взаимодействии с работодателями показывает, что освоение компетенций и достижение результатов обучения

в соответствии с требованиями работодателей, варьируется от страны к стране и имеет разную степень успешной реализации.

На современном этапе модульное обучение является одним из наиболее целостных и системных подходов к процессу обучения, обеспечивающим высокоэффективную реализацию дидактического процесса.

Импульсом к внедрению модульных технологий послужила прошедшая в 1974 г. в Париже конференция ЮНЕСКО, которая рекомендовала «создание открытых и гибких структур образования и профессионального обучения, способных приспосабливаться к изменяющимся потребностям производства, науки, а также адаптироваться к местным условиям». Модульное обучение наилучшим образом отвечает этим требованиям, поскольку позволяет строить содержание из блоков, интегрировать различные виды и формы обучения, выбирать наиболее подходящие из них для определенной аудитории обучающихся, которые в свою очередь получают возможность самостоятельно работать с предложенной им индивидуальной учебной программой (приспособленной к уровню их базовой подготовки).

Модульное обучение, общие положения которого были сформулированы в конце 60-х гг. XX в. в США, возникло как альтернатива традиционному обучению, интегрируя в себе многие прогрессивные идеи, накопленные в педагогической теории и практике.

Центральным понятием в системе модульного обучения является понятие «модуль». Согласно определению ЮНЕСКО, модуль – «изолированный обучающий пакет, предназначенный для индивидуального или группового изучения с целью приобрести одно умение или группу умений путем внимательного знакомства и последовательного изучения упражнений с собственной скоростью».

Этимология и семантика понятия «модуль»: (от лат. *modul*) – функциональный узел.

Целью модульного обучения является создание гибких образовательных структур, как по содержанию, так и по организации обучения, гарантирующих удовлетворение потребности, имеющейся в данный момент у человека, в соответствии с современными требованиями работодателей.

Преимущество *модульных программ*, основанных на компетенциях, состоит в том, что по мере изменений требований сферы труда в модули могут быть оперативно внесены необходимые изменения; также на основе различных комбинаций модулей можно формировать самые различные курсы обучения в зависимости от потребностей обучающихся, их исходного уровня образования и профессионального опыта.

Формирование *модульных программ*, основанных на компетенциях, предполагает наличие постоянной обратной связи с требованиями работодателей к умениям и знаниям работников. Информация об этих требованиях может быть получена из двух источников:

- анализ рынка труда;
- функциональный анализ.

Анализ трудовой деятельности предполагает использование *методики функционального анализа*, в основе которой лежат требования Национальной квалификационной системы (НКС), Профессиональных стандартов, учитывающих уровень развития техники и технологии в соответствующей отрасли.

В целом, модули обеспечивают более гибкую основу для создания учебного плана, и их можно объединять с использованием подхода стандартов, основанных на компетенциях.

Модульная система, разработанная шведской организацией *Lernia SA*, используется с 1960-х гг. и широко принята и адаптирована в программах реформ профессионального образования. Модель *Lernia SA* была объединена с функциональным подходом, чтобы создать последовательную и всеобъемлющую систему для связи потребностей рынка труда с программами профессионального обучения.

*Hammerton Associates* и *Lernia SA* работают вместе в международных проектах, занимающихся реформой профессионального образования с 2001 г.

Модульные учебные планы, основанные на компетенциях, много лет использовались в Швеции для структурирования профессионального образования и обучения, и *Lernia SA* (старое название – *AMU* и *AmuGruppen*) была первопроходцем в этой области. В настоящее время *Lernia SA* является самой крупной структурой, предоставляющей образовательные услуги в обучении и переподготовке взрослых в Швеции. Ее штат насчитывает более 2 000 сотрудников более чем в 100 местах по всей стране.

В конце 1980-х гг. *Lernia SA* разработала новую структуру для модульного обучения, основанного на компетенциях, называемую *Industri teknisk Utbildning (ITU)* / «Индустриально-техническое обучение» (ИТО), и эта структура в дальнейшем разрабатывалась Ларсом Андерссоном и Бобом Мансфилдом.

Объединение *функционального анализа* и структуры ИТО формирует основу для целостной структуры стандартов, основанных на компетенциях.

Когда эти две организации стали работать вместе, стало ясно, что эти два метода представляют собой чаши общих весов. На одной чаше находятся потребности рынка труда, анализ и структура которых сформулированы в «результат» при помощи методики функционального анализа. На другой чаше находится полная и детальная модель учебного плана, также основанная на ясных формулировках «результата», сгруппированных в *профиль компетенции*. Все это требовалось для того, чтобы сбалансировать оба метода.

Эта методология была модифицирована Европейским фондом образования для соответствия международным потребностям рынка труда в современном обществе, она была успешно адаптирована в рамках международных проектов ЕФО в странах Центральной Азии, России и Сербии, начиная с 2003 г.

Таким образом, целью модульного обучения является поэтапное повышение уровня качества процесса обучения на основе создания ориентированных на результат образовательных программ, разработка которых не может осуществляться в отрыве от запросов работодателей.

Согласно Федеральному закону от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», основные профессиональные образовательные программы разрабатываются в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами (ФГОС) или образовательными стандартами (ОС) и с учетом соответствующих примерных образовательных программ.

Программы профессионального обучения разрабатываются на основе установленных квалификационных требований (профессиональных стандартов).

В настоящее время в России быстро расширяется практика участия работодателей в образовательной деятельности учебных заведений и оценке качества образования. Работодатели все активнее взаимодействуют с учебными заведениями, участвуя как в формировании заказа на подготовку специалистов нужного им профиля и квалификации, так и в оценке качества содержания программ и подготовки выпускников.

Участие работодателей и специалистов-практиков во внутренней гарантии качества образования в значительной степени затрудняется тем, что практически все российские вузы используют при создании внутренних систем менеджмента качества (СМК) стандарты *ISO*.

На данный момент участие работодателей в формировании компетенций студентов и вы-





пускников существенно расширилось, благодаря реформированию российской системы образования, ориентирующему вузы на соответствие результатов обучения требованиям производства и рынка труда.

Участие работодателей в государственной аккредитации программ и учебных заведений началось в 2007 г., после того, как Российский союз промышленников и предпринимателей (РСПП) заключил соглашение о взаимодействии с Министерством образования и науки Российской Федерации (МОН РФ). Соглашение предусматривало, что работодатели совместно с государством разработают профессиональные стандарты, на их основе сформируют национальную систему квалификаций и системы независимой оценки качества образования и сертификации квалификаций. Соглашение также позволило работодателям участвовать в качестве экспертов в государственной аккредитационной экспертизе программ и учебных заведений.

В 2008 г. правительство РФ утвердило постановление о правилах участия объединений работодателей в разработке и реализации государственной политики в сфере профессионального образования, которое конкретизировало и развивало положения Соглашения между РСПП и МОН РФ от 2007 г. Правила предусматривали расширение участия объединений работодателей в решении следующих задач:

- мониторинг и прогнозирование потребностей экономики в квалифицированных кадрах;
- формирование:
  - ✓ системы независимой оценки качества профессионального образования;
  - ✓ перечней направлений подготовки учебными заведениями специалистов, исходя из перспектив развития техники и технологий, науки, культуры, экономики и социальной сферы;
  - ✓ независимой системы оценки и сертификации квалификаций на основе профессиональных стандартов;
- разработка и экспертиза образовательных программ (по запросу учебных заведений);
  - независимая экспертиза качества учебников и учебных пособий по дисциплинам, формирующим профессиональные компетенции выпускников;
- участие:
  - ✓ в аттестации выпускников через своих представителей в государственных аттестационных комиссиях;
  - ✓ в государственной аккредитации учебных заведений в порядке, определяемом Рособrnадзором.

Также стоит упомянуть, что объединения работодателей, крупные работодатели (например, Росатом, РЖД или ОАК) и профессиональные со-

общества могут проводить аккредитацию образовательных программ от своего имени. Профессиональная аккредитация представляет собой форму признания соответствия фактических результатов обучения, достигнутых в рамках образовательных программ, требованиям профессиональных стандартов соответствующей отрасли и (или) видов деятельности и требованиям рынка труда.

Профессиональная аккредитация программы включает проведение внешней оценки качества предоставляемого в рамках программы профессионального образования и принятие решения об аккредитации на основании отчета о результатах оценки программы. Внешняя оценка может проводиться либо самими работодателями, либо уполномоченной ими экспертной организацией, например агентством по внешней оценке качества образования.

В Ирландии процессом определения стандартов присуждения для высшего и послевузовского образования занимается Агентство качества и обеспечения квалификации Ирландии (QQI). Оно было создано в ноябре 2012 г. и является национальным агентством, отвечающим за внешнее обеспечение качества высшего и послевузовского образования в Ирландии. Агентство проверяет программы и присваивает квалификацию определенным провайдером образования в этих секторах, а также отвечает за разработку и обзор Национальной рамки квалификаций (NFQ).

Агентство признает важность качественного взаимодействия между сектором образования и работодателями на национальном и местном уровнях.

В соответствии с Законом о квалификации и обеспечении качества (образования и обучения) 1999 г. Совет по присуждению высшего образования должен определить стандарты знаний, навыков или компетенции, которые должны быть приобретены обучающимися «до получения высшего образования и обучения». Эти стандарты основаны на показателях уровня и дескрипторах присвоения квалификаций Национальной рамки квалификаций.

Стандарты для некоторых широких областей обучения были разработаны для присвоения квалификаций на уровне 6 до уровня 9 по НРК. Эти стандарты представляют собой разработку общих дескрипторов НРК. Они должны помогать специалистам в определенных областях обучения создавать связь между предполагаемыми результатами обучения их программ и НРК.

Эти стандарты не являются спецификациями программы. Тем не менее, благодаря им, связь между программой, ее составными частями и НРК должна быть очевидной. Они призваны дать общее руководство для формулирования результа-

тов обучения, связанных с определенной областью обучения. При разработке программ провайдеры должны принимать во внимание стандарты для конкретных областей обучения. Вместе с тем признается значительный рост междисциплинарных программ; появляются новые области обучения; и, кроме того, в каждой области существует широкий спектр программ, которые варьируются от очень практических до очень теоретических.

При разработке стандартов были предприняты все усилия для того, чтобы они обеспечивали гибкость и разнообразие в разработке программ и, следовательно, поощряли инновации в общих согласованных рамках. Не ожидается, что все программы будут включать в себя все результаты обучения, определенные в стандарте. При разработке программы следует учитывать каждый результат обучения в стандарте. Если отход от них необходим, он должен быть оправдан в контексте конкретной ориентации программы и других фактов, относящихся к ней. Каждый провайдер программ должен иметь возможность продемонстрировать, как стандарт и содержание его собственных программ были проинформированы.

Дескрипторы уровня НРК, дескрипторы присвоения квалификаций и, следовательно, стандарты для конкретных областей обучения подразделяются на три разных типа результатов обучения – знания, навыки и компетентность.

Утяжеление будет определяться многими факторами, включая, например, практический характер программы. Если программа носит междисциплинарный характер, может потребоваться более одного стандарта. В таких случаях объем, глубина и баланс понятий и приложений не должны приводить к пренебрежению теоретическим или применяемым за счет другого.

Эти стандарты были первоначально определены Советом по присуждению высшего образования и подготовки в августе 2005 г. и переизданы с новым предисловием *QQI* в июле 2014 г. Они являются стандартами вознаграждения *QQI* в соответствии с разделом 84 (10) Закона 2012 г. о квалификации и обучении.

Реформы Латвийской системы образования включают в себя развитие высокого качества навыков и квалификаций, соответствующих рынку труда, обеспечение долгосрочного трудоустройства и адаптации требуемым навыкам и поддержание качества и эффективности профессионального образования.

В реформы профессионально-технического образования Латвии входит сотрудничество производства и ПТО путем формирования участия сектора производства на политическом уровне (консультации экспертов) и на оперативном уров-

не (прямое участие в определении содержания профессионального образования).

Было сформировано 12 секторальных советов экспертов (ССЭ) в следующих направлениях подготовки (рис. 1):

1. Туризм и индустрия красоты.
2. Химическая промышленность и связанные отрасли (фармацевтика, биотехнология, окружающая среда).
3. Металлообработка и машиностроение.
4. Текстильная промышленность, кожа и производство кожаных изделий.
5. Лесная промышленность (лесное хозяйство, деревообработка).
6. Строительный сектор.
7. Энергетика.
8. Пищевая промышленность и сельское хозяйство.
9. Предпринимательство, финансы, бухгалтерский учет, управление (оптовая и розничная торговля, коммерция).
10. Полиграфия и издательское дело, производство бумаги и бумажных изделий, компьютерный дизайн.
11. Производство электронного и оптического оборудования, ИКТ.
12. Транспорт и логистика.

Качество образовательных стандартов обеспечивается образовательными стандартами, разрабатываемыми внешними к вузу структурами, комиссией по образованию, науке и культуре Латвийской Республики, Кабинетом министров, Министерством образования и науки, Советом по высшему образованию.

Конфедерация ассоциаций немецких работодателей в сентябре 2003 г. опубликовала Меморандум о введении двухуровневого высшего образования. В документе содержится призыв к университетам:

- стремиться отражать практические потребности общества в образовательном процессе, ориентироваться на существующие реалии;
- сократить продолжительность подготовки специалистов;
- сделать программы бакалавриата действительно обеспечивающими базовую профессиональную подготовку, предусмотрев реализацию гибких подходов для обеспечения пригодности выпускников к занятости.

В ряд организаций, ответственных за разработку и издание национальных профессиональных стандартов в соответствии с национальной и Европейской квалификационными системами, входят:

1. Федеральное правительство, представленное его отраслевыми министерствами, которые ответственны за цели обучения и содержание стан-





**Рис. 1. Модель обеспечения взаимосвязи с производством (Латвия)**

дартов, и Министерством образования и науки, ответственным за руководящие принципы политики профессионального образования, принимает решения о профессиональных стандартах и присваивает им юридическую силу путем издания их в соответствии с национальной и Европейской квалификационными системами.

2. Социальные партнеры – работодатели и профсоюзы, являются главными заинтересованными сторонами в дуальной системе, а также «драйверами» касательно профессиональных стандартов. Без их согласия федеральное правительство с трудом инициирует, разрабатывает и издает профессиональные стандарты. Обе стороны организовали свою политику в области профессионального образования на высшем уровне (от управляющей компании и цеха для объединения на федеральном уровне), позволяющей им обрисовать огромный практический опыт. Работодатели и профсоюзы имеют около ста экспертов по каждой области, по крайней мере, по одному-два на каждый профессиональный стандарт, которых они могут делегировать в Федеральный институт профессионального образования для разработки, оценивания и модернизации стандарта.

Для того чтобы облегчить и ускорить процесс разработки стандартов, социальные партнеры определили спикеров для каждого сектора и создали свои собственные организации для сотрудничества с *BIBB*: от работодателей – Агентство профессионального образования; от профсоюзов – Департамент профессионального образования.

3. Федеральный институт профессионального образования (*BIBB*), созданный в 1970 г., согласно

Закону о профессиональном образовании, с внесенными в 2005 г. поправками.

Наиболее заметных результатов в обеспечении взаимодействия образования и бизнеса добилась, пожалуй, Великобритания. В этой стране ежегодно публикуется «Заявление о требованиях к квалификациям высшего образования», которое разрабатывается совместно академическим сообществом, представителями работодателей и профессиональных организаций, а также соответствующих правительственных структур. В этом документе в максимальной степени учитываются изменения требований рынка труда. «Заявление» служит ориентиром для вузов при разработке и реализации стратегий пригодности выпускников к занятости.

В 2001 г. было принято решение о создании секторальных советов (*Sector Skills Councils*), формулирующих и определяющих требования к профессиональной подготовке в соответствии с реальными потребностями различных секторов экономики. В обязанности советов также входит воздействие на систему подготовки через определенные механизмы с целью наиболее полной реализации сформулированных ими требований. В настоящее время функционирует 12 лицензированных советов и еще 11 проходят стадию пилотного развития. Лицензия на пятилетний период выдается советам только после того, как на этапе пилотного развития они доказывают свою состоятельность.

В задачи региональных советов входит:

- сокращение разрыва между потребностями в актуальных профессиональных знаниях и умениях, оценка будущих потребностей экономики в кадрах;
- осуществление мер, способствующих повышению производительности секторов экономики на основе взаимодействия бизнеса и государственных организаций, предоставляющих образовательные услуги;
- содействие на базе осуществления соответствующих инвестиций расширению потенциала пригодности к занятости индивидов путем развития их профессиональных качеств;
- повышение качества образования и подготовки посредством содействия развитию всех квалификаций высшего образования, ученичества (*apprenticeships*), а также национальных стандартов занятости.

Секторальные советы являются механизмом участия работодателей в разработке учебных планов и в обеспечении вузов профильными местами проведения производственных практик, развития взаимного обмена персоналом между компаниями

и университетами. Отмечается, что роль организации качественных и соответствующих профилю подготовки практик в современной подготовке кадров резко возрастает. Секторальные советы являются «зонтичной организацией», способствующей развитию этого направления подготовки кадров.

Секторальные советы унаследовали функции упраздненной Национальной организационной сети по вопросам подготовки кадров (*National Training Organization network*). Они задуманы как влиятельные органы работодателей, специализирующиеся по отдельным секторам экономики. Важнейшая задача советов – способствовать получению молодежью необходимой для эффективной занятости подготовкой, а также повышению квалификации и профессиональных умений работников. Советы сотрудничают с широким кругом работодателей, с профсоюзами, правительственными органами и другими партнерами в вопросе продвижения ключевых профессиональных знаний и умений в интересах конкретных секторов экономики. Координация всей работы по составлению общей картины потребностей в квалификациях и по анализу требований подготовки в стране возложена на Агентство по развитию секторальных профессиональных знаний и умений (*Sector Skills Development Agency*), учрежденное в апреле 2002 г.

Основанием американской системы саморегуляции является желание улучшить систему образования путем оценки, проводимой на уровне всего учебного заведения. Существуют несколько способов такой оценки.

Одним из них является оценка образовательных программ полностью организованная самим университетом и нацеленная на улучшение его деятельности, на возможность перераспределения ресурсов и образовательных приоритетов.

Следует отметить, что важную роль в США в процессе аккредитации программ и специальностей высших учебных заведений играют профессиональные общественные ассоциации (ассоциации медиков, юристов, инженеров и т.п.). Считая одной из своих главных задач поддержание высокого престижа своей профессии и компетенции ее представителей, эти ассоциации очень строго оценивают и сравнивают результаты деятельности высших учебных заведений.

В Америке основная роль отводится самим университетам, причем во многих есть собственные оценочные центры, и независимым оценочным организациям.

Основными принципами, на которых строится оценка, являются самостоятельность и независимость от государства и других вузов в выборе процедур оценки, применение самооценки, внешняя оценка экспертами и опубликование отчета.

Здесь необходимо акцентировать внимание на двух аспектах. Во-первых, экспертная группа: она чаще всего состоит из представителей университетов, а также представителей предметной области, международных экспертов, в некоторых случаях из выпускников и студентов, а также представителей профессиональных организаций. В задачу внешних оценщиков входит проведение опросов, осмотр учебных классов и материальной базы, встреча с руководством и изучение документации. Второй момент касается самооценки. Почти все университеты считают, что повышение качества образования является их основной целью, вследствие этого логично то, что большинство активно применяют самооценку. Она имеет несколько целей, среди которых составление документации, положительно влияющих на дальнейшее развитие вуза, а также создание основы для дальнейшего совершенствования. Чаще всего в процесс самооценки включены руководители и преподаватели учебных заведений.

Особенностью американской системы оценки является развитие системы самооценки. Этот факт связан с тем, что до недавнего времени контроль над университетами со стороны администрации штатов и государственных органов в целом был достаточно слабым.

Также в США действует классификатор образовательных программ. Целью построения американского классификатора являлось создание схемы кодирования, способствующей точному мониторингу, сравнительной оценке и различным видам статистической отчетности по областям обучения и результатам освоения образовательных программ от уровня начальной школы до *PhD*.

Основными достоинствами системы классификации образования США являются ее мониторинговый, а не директивный характер и демократичный механизм отбора жизнеспособных образовательных программ. Это дает значительную автономию высшим учебным заведениям в выборе или разработке новых образовательных программ и позволяет довольно быстро реагировать на появление новых направлений науки и техники и изменение спроса на образовательные услуги.

Основным недостатком американской системы представляется отсутствие вертикальной подсистемы классификации, позволяющей относить программу к тому или иному уровню образования. Это приводит к увеличению числа укрупненных групп направлений и необходимости расширения дескрипторов каждой программы.

В заключение необходимо отметить, что основными способами разработки и оценки образовательных программ в рамках американской системы





являются оценка вузов, оценка через специализированную аккредитацию и самооценка. В Европе этот процесс проводится через оценивание и аккредитацию, часто со стороны государственных агентств, таких как Финский совет по оценке высшего образования (*Finnish Higher Education Evaluation Council*), Национальный комитет по оценке во Франции (*Comite Nationale d'Evaluation*), Национальное агентство высшего образования в Швеции (*National Agency for Higher Education (Hogskoleverket)*), Научный совет Германии (*Wissenschaftsrat*). Вышестоящими структурами часто являются государственные структуры: Министерство народного образования, научных исследований и технологий Франции, Министерство образования и науки Латвии и т.п.

Таким образом, углубленный анализ зарубежного опыта по разработке и оценке образовательных программ при взаимодействии с работодателями показал, что освоение компетенций и достижение результатов обучения в соответствии с требованиями работодателей варьируется от страны к стране и имеет разную степень успешной реализации.

### Литература

1. Участие работодателей в реализации образовательных программ и внешней оценке результатов обучения: По результатам внешних оценок качества, проведенных АККОПК в 2007–2011 годах. – Москва – 2012 г.

2. Данилов А.П. Новые подходы к эффективности взаимодействия профессионального образования и работодателей // Креативная экономика. – 2010. – Том 4. – № 7. – С. 50–56.

### The Analysis of Foreign Experiment on Development and Assessment of Educational Programs in Interaction by Employers

**B.V. Boytsov**, doctor of technical sciences, professor, head of the department 104 «Technological design and quality management» of Moscow Aviation Institute (National Research University); Moscow

**G.S. Getesova**, doctor of technical sciences, professor, vice rector for strategic development of the Karaganda state technical university; Republic of Kazakhstan, Karaganda

e-mail: zhetesova@mail.ru

**S.K. Abdibekova**, candidate of pedagogical sciences, adviser to the director of the Center of Bologna Process and academic mobility; Republic of Kazakhstan, Astana

**Summary.** The best foreign practices on development of the competence-based focused modular educational programs in interaction with labor market and their further assessment are presented in article.

**Keywords:** modular training, competences, standard, qualification, quality.

#### References:

1. Participation of employers in implementation of educational programs and external assessment of results of training: By results of the external estimates of quality which are carried out by АККОПК in 2007–2011. Moscow, 2012.

2. Danilov A.P. New approaches to efficiency of interaction of professional education and employers. *Creative economy*. 2010, volume 4, No. 7. pp. 50–56.

# Формирование критического мышления у обучающихся в образовательных организациях

DOI: 10.34214/2312-5209-2019-22-2-15-19

## О.А. Горленко

д.т.н., профессор, начальник управления качеством образования в вузе Брянского государственного технического университета; г. Брянск

## Ю.А. Малахов

к.т.н., доцент кафедры «Системы информационной безопасности» Брянского государственного технического университета; г. Брянск

## Т.П. Можяева

к.т.н., доцент, начальник отдела нормативной документации управления качеством образования в вузе Брянского государственного технического университета; г. Брянск

e-mail: goa-bgtu@mail.ru

**Аннотация.** Отмечается необходимость формирования критического мышления у обучающихся образовательных организаций. Предлагается механизм формирования такого мышления у обучающихся в процессе образовательной деятельности.

**Ключевые слова:** критическое мышление, образовательная организация, технологии формирования критического мышления.

## Введение

Улучшение качества жизни нашего общества – один из приоритетов политики развития Российской Федерации на ближайшую перспективу. Критерием качества жизни является его системная целостность, имеющая сложную структуру составляющих ее взаимосвязей, в частности: качество природной среды, качество здоровья населения, духовное качество, качество культуры, качество образования и др. [1]. Качеству образования как одному из базовых элементов, определяющих уровень качества жизни в целом, отводится сегодня ведущая роль. Не вдаваясь в общую проблематику развития высшей школы в настоящее время, следует остановиться на таком ее аспекте, как формирование и влияние критического мышления у студентов и выпускников вузов, способствующего принятию рациональных решений как в процессе обучения, так и в повседневной жизни.

## Значение критического мышления в повседневной и образовательной деятельности

Возникновение и развитие глобального информационного пространства сегодня предполагает не только достаточный уровень коммуникативной компетенции современного человека, но и способность критического осмысления достоверности получаемой информации, наличие умений эффективно работать с этой информацией (получать, сохранять, интерпретировать и использовать), распознавать проблемы и находить быстрые, но взвешенные пути их решения, т.е. владеть критическим мышлением [2, 3].

В настоящее время в научном сообществе существует множество трактовок понятия «критическое мышление». Однако при достаточно большой дифференциации в определении сущности исследуемого явления, следует иметь в виду, что критическое мышление не подразумевает негативности суждений об явлении, объекте или факте, а означает осмысление различных подходов для того, чтобы иметь свое собственное суждение и принимать обоснованное решение. «Критическое» в данном контексте означает «аналитическое» мышление. Таким образом, критическое мышление можно определить, как способность ясно и рационально мыслить и понимать логическую связь между различными процессами, объектами, идеями. Это способность развивать независимое и рефлексивное мышление, которое предполагает применение способности рассуждать. Под критическим мышлением в обучающей деятельности понимают совокупность качеств и умений, обуславливающих высокий уровень культуры студента и преподавателя, а также рефлексивное оценочное мышление, для которого знание является не конечной, а отправной точкой для формирования логического и аргументированного мышления [4].

Критическое мышление является одной из базовых учебных дисциплин в высшем образовании многих англоязычных стран. Студентов учат внимательно читать тексты, используя приемы функционального чтения, проявлять и обнаруживать, согласно Декарту, то, «в чем логически возможно сомневаться» [4], находить слабые места как в чужих, так и в собственных аргументах, работать с понятиями, четко и обоснованно выражать свои мысли.

Важным компонентом такого обучения является умение задавать правильные вопросы. Например: можно ли сделать другие выводы, основываясь на тех же самых данных? В какой степени приведенные доводы обосновывают авторское заключение? Вопросам может уделяться гораздо больше внимания, чем это привычно для отечественной системы образования. Критическое мышление как учебная дисциплина базируется на правилах формальной логики, теории и практике аргументации, риторике и т.д.

Проведенные социологические исследования показывают, что у части взрослого населения россиян отсутствует навыки функционального чтения, т.е. выстраивание причинно-следственных связей на основе полученной информации и способности решать когнитивные задачи, когда прочитанная информация позволяет выполнять какие-либо действия. Последствиями несформированности данного навыка являются сложности в восприятии инструкций, заданий (необходимость образца, примера для успешного достижения результата), что приводит к ошибочным действиям и умозаключениям. Из-за неспособности правильно воспринимать информацию и выстраивать когнитивные цепочки они становятся жертвами недобросовестной рекламы, различных кредитных и финансовых организаций и пр., что приводит к снижению качества их жизни.

Трудно переоценить роль критического мышления в повседневной жизни. Человек, способный мыслить критически, умеет: наблюдать и быть внимательным к деталям; внимательно и сосредоточенно изучать информацию; быстро определять самое важное, не рассеивая внимания на второстепенное; реагировать на ключевые моменты сообщений; без особых усилий обосновывать свою точку зрения; применять аналитические навыки в самых разных ситуациях. В дополнение к этому, развитие критического мышления формирует и ряд вспомогательных навыков, таких как: умение грамотно изъясняться, быть убедительным, эффективно интерпретировать, выносить собственные суждения, анализировать и критиковать, принимать эффективные решения, быть рассудительным, уметь рассуждать логически.

Следует отметить, что в ряде стран, в частности в США, критическое мышление рассматривается работодателями как один из наиболее важных навыков выпускников, обеспечивающих им конкурентоспособность и эффективность на рынке труда. В этой связи небезынтересны результаты исследований Высшей школы экономики, выполнившей в 2016 г. проект «Сравнительное международное исследование готовности к обучению и качества подготовки студентов технических





специальностей вузов в странах БРИК», табл. 1 [5]. Апробация проводилась одновременно в университетах России и Китая, всего в исследовании приняли участие 34 вуза России, а также 36 вузов Китая. Исследования показали, в частности, что при тестировании студентов на способность к критическому мышлению российские обучающиеся отстают от китайских, что вызывает необходимость широкого внедрения инструментов и технологий формирования критического мышления в образовательную среду.

## Формирование критического мышления студентов в образовательных организациях

Формирование критического мышления предусматривает:

- планирование стадий формирования мышления, их целей, задач, ресурсов реализации;
- выявление условий (педагогических, дидактических и т.п.), в которых осуществляется процесс его становления;
- идентификацию технологий и методов используемых при этом.

Реализация критического мышления предполагает проведение следующих стадий:

1. Стадия вызова, когда обучающийся создает проблемную ситуацию, вызывая у своих товарищей воспоминания по данной теме. Посредством мозгового штурма обучающиеся погружаются в предлагаемую проблему. При этом систематизируются связи между объектами или явлениями.

2. Стадия осмысления новой информации, которая применяется при работе с текстом, содержащим теоретические сведения. Маркировка текста позволяет студентам выделить то, что известно, что противоречит их представлениям, или является интересным и неожиданным, а также то, о чем хочется узнать более подробно.

3. Стадия рефлексии, которая помогает обучающимся и преподавателю понять, как усвоена тема, на что еще следовало бы обратить внимание, чтобы теоретические знания стали практическими навыками.

К педагогическим условиям формирования критического мышления можно отнести, в частности, следующие:

- включение в образовательные стандарты и программы дисциплин содержания, способствующего развитию критичности ума;

- выделение профессиональных компетенций и системы умений и навыков, способствующих логически и критически мыслить;

- подготовка преподавательского состава, обладающего профессиональными компетенциями в области критического мышления, а также знаниями о методах и способах его формирования;

- координация исследований в области развития критического мышления и обмен опытом исследователей и преподавателей об инновациях в технологиях его формирования через публикации, конференции, семинары, мастер-классы и специальные проекты.

Наибольший интерес представляют дидактические условия, к которым относятся:

- включение в содержание других дисциплин заданий, проблем, упражнений, направленных на отработку мыслительных умений и критичности ума;

- наличие диагностических методик определения уровня критического мышления с учетом возрастных особенностей, способностей и жизненного опыта обучающихся;

- использование междисциплинарной технологии формирования критического мышления.

Определение уровня развития критичности ума является важным условием выбора педагогических технологий, методов формирования и развития критического мышления обучающихся. Наиболее эффективными приемами и способами, относящимися к технологии формирования критического мышления, являются:

- изучение понятий критичность ума, самокритичность ума, критика и самокритика, а также опыта их применения в жизни (в быту, в производстве, в процессе обучения, в научных исследованиях и т.д.);

- учебный критический анализ и оценка политической, экономической, социальной ситуации в регионе, стране, в зарубежных странах, в мире (в управлении, в производстве, в финансовых вопросах, в образовании, здравоохранении, спорте, культуре и т.д.);

- обсуждение ошибок в решении задач и проблем (в выборе наиболее рациональных способов решения) путем организации дискуссий, споров;

- рецензирование своих и чужих литературных сочинений, рефератов, курсовых и дипломных работ (критический анализ их текста);

- обсуждение научных и публицистических статей, обзоров из Интернета, сравнительный анализ теорий из конкретных профессиональных областей;

- написание эссе, аналитических обзоров, рефератов аналитической направленности с последующим поиском своих и чужих алогизмов, ошибочных суждений;

- решение практических задач с применением логических операций, лежащих в основе критики и самокритики;

- формирование умений и навыков путем тренингов по доказательству, опровержению гипотез (выдвинутых в прошлом в науке, в процессе решения проблем современности);

- создание на занятиях условий для формирования навыков объективной оценки и самооценки;

- формирования и развитие навыков функционального чтения и письма.

Таблица 1.

### Средний процент решенных заданий студентами в университетах Китая и Российской Федерации

Дисциплина/ параметры исследования	Университеты Китая			Университеты РФ	
	I	II	III	I	II
Математика	67,15	49,75	36,60	32,30	
Физика	51,32	35,69	29,60	25,04	
Информатика	–	45,05	45,20	43,70	
Критическое мышление	55,23	53,56	43,90	45,20	

## Технология «Развитие критического мышления через чтение и письмо» (РКМЧП)

Важным условием в формировании творческой личности является развитие понимания изучаемого материала. Любая информация, необходимая для осуществления какой-либо деятельности, в том числе и научной, всегда доступна человеческому восприятию, следовательно, надо научиться ее получать. В этой связи овладение технологией развития критического мышления через чтение и письмо (РКМЧП) является целесообразным и доступным большинству обучающихся.

Технология РКМЧП была разработана американскими учеными и преподавателями, являющихся членами консорциума «За демократическое образование». Данное учение ориентировано на выработку навыков критического мышления и предусматривает не только активный поиск обучающимися информации для усвоения, но и обеспечивает: соотнесение того, что они усвоили, с собственным опытом, а также сравнение усвоенного с другими исследованиями в данной области знания. Обучающиеся вправе подвергать сомнению достоверность или авторитетность полученной информации, проверять логику доказательств, делать выводы, конструировать новые примеры для ее применения, рассматривает возможности решения проблемы и т.д.

Цель данной технологии – развитие мыслительных навыков обучающихся, необходимых не только в учебе, но и в обычной жизни: умение принимать взвешенные решения, работать с информацией, анализировать различные стороны явлений и т.п.

Сущность данной технологии. Чтение и письмо – те базовые процессы, с помощью которых мы получаем и передаем информацию, следовательно, необходимо научить студентов эффективно читать и писать. Речь идет не о первичном обучении письму и чтению, как это происходит в начальном звене школы, а о вдумчивом, продуктивном чтении, в процессе которого информация подвергается анализу и ранжируется по значимости.

Технология РКМЧП выполняет следующие задачи:

1. Формирование нового стиля мышления, для которого характерны открытость, гибкость, рефлексивность, осознание внутренней многозначности позиций и точек зрения, альтернативности принимаемых решений.

2. Развитие таких базовых качеств личности, как критическое мышление, рефлексивность, коммуникативность, креативность, мобильность, самостоятельность, толерантность, ответственность за собственный выбор и результаты своей деятельности.

3. Формирование культуры чтения, включающей в себя умение ориентироваться в источниках информации, пользоваться разными стратегиями чтения, адекватно понимать прочитанное, сортировать информацию с точки зрения важности, «отсеивать» второстепенную, критически оценивать новые знания, делать выводы и обобщения.

Аналитическое, критическое мышление позволяет:

- научить выделять причинно-следственные связи;
- рассматривать новые идеи и знания в контексте уже имеющихся;

- отвергать ненужную или неверную информацию;
- понимать, как различные части информации связаны между собой;
- выделять ошибки в рассуждениях;
- уметь делать вывод о том, чьи конкретно ценностные ориентации, интересы, идейные установки отражают текст или говорящий человек;
- избегать категоричности в утверждениях;
- быть честным в своих рассуждениях;
- определять ложные стереотипы, ведущие к неправильным выводам;
- выявлять предвзятые отношение, мнение и суждение;
- уметь отличать факт, который всегда можно проверить, от предположения и личного мнения;
- подвергать сомнению логическую непоследовательность устной или письменной речи;
- отделять главное от несущественного в тексте или в речи и уметь акцентироваться на первом.

4. Стимулирование самостоятельной поисковой творческой деятельности, пуск механизмов самообразования и самоорганизации.

В основе технологии РКМЧП лежат закономерности мыслительной деятельности человека, а именно, дидактическая закономерность, получившая в отечественной педагогике название дидактического цикла, а в указанной технологии – «вызов – осмысление – рефлексия». Поэтому технология РКМЧП позволяет решать задачи:

- образовательной мотивации: повышения интереса к процессу обучения и активного восприятия учебного материала;
- культуры письма: формирования навыков написания текстов различных жанров;
- информационной грамотности: развития способности к самостоятельной аналитической и оценочной работе с информацией любой сложности;
- социальной компетентности: формирования коммуникативных навыков и ответственности за знание.

Рассматривая особенности данной технологии, следует отметить следующее:

1. Не объем знаний или количество информации, уложенное в голову обучаемого, является целью образования, а то, как он умеет управлять этой информацией: искать, наилучшим способом присваивать, находить в ней смысл, применять в жизни.

2. Не присвоение «готового» знания, а конструирование своего, которое рождается в процессе обучения.

3. Реализация коммуникативно-деятельностного принципа обучения, предусматривающего диалоговый, интерактивный режим занятий, совместный поиск решения проблем, а также «партнерские» отношения между преподавателем и обучаемыми.

При построении каждого учебного занятия важны:

1. Актуализация знаний по поводу предложенной темы (инвентаризация имеющейся информации по данной теме, так называемый анамнез, чтоб выявить ресурсы обучаемого и группы, и в работе группы учитывать опыт каждого обучаемого).

2. Мотивация (осуществить вызов, соблазнить идеей занятия, пробудить интерес к предлагаемой теме,



сформулировать вопросы, поставить цель предстоящей деятельности).

3. Активизация обучаемых (договор о будущем характере и правилах работы, предъявление четкого алгоритма будущих действий).

4. Осмысление материала (собственно деятельность: чередование индивидуальной, парной, групповой работы с целью знакомства с новой информацией, ее соотнесение с имеющимися знаниями, поиск ответов на поставленные ранее вопросы, выявление затруднений и противоречий, корректировка целей).

5. Рефлексия (суммирование и систематизация новой информации, ее оценка, ответы на поставленные ранее вопросы, формулировка новых вопросов и постановка новых целей учебной деятельности).

В процессе применения данной технологии предполагается получение следующих образовательных результатов:

- уметь работать с увеличивающимся и постоянно обновляющимся информационным потоком в разных областях знаний;
- пользоваться различными способами интегрирования информации;
- задавать вопросы, самостоятельно формулировать гипотезу;
- решать проблемы;
- вырабатывать собственное мнение на основе осмысления различного опыта, идей и представлений;
- выражать свои мысли (устно и письменно) ясно, уверенно и корректно по отношению к окружающим;
- аргументировать свою точку зрения и учитывать точки зрения других;
- брать на себя ответственность;
- участвовать в совместном принятии решения;
- выстраивать конструктивные взаимоотношения с другими людьми;
- уметь сотрудничать и работать в группе и др.

## Заключение

С точки зрения целей и задач образования в XXI веке задача преподавателя заключается не в суммировании знаний, а в вооружении обучающегося инструментом, который можно использовать для получения знаний самостоятельно. Одним из таких инструментов и является критическое мышление. Критическое мышление – это некая система суждений, помогающих анализировать и формулировать обоснованные выводы, создавать собственную оценку происходящему, интерпретировать его. Можно сказать, что критическое мышление – это мышление высокого уровня, позволяющее ставить под сомнение поступающую информацию. Также его определяют, как «оценочное, рефлексивное» или «мышление о мышлении».

При этом обязательно обладание широким кругозором, творческим воображением, устойчивыми ценностными установками, эмоциональностью. Критичность мышления – необходимое качество, которое позволяет создавать предпосылки для цивилизованного развития общества и повышения качества жизни.

## Литература

1. Бойцов Б.В., Крянев Ю.В. Критерии понимания качества жизни // Качество и жизнь. – 2014. – № 1. – С. 7.
2. Дьюи Дж. Психология и педагогика мышления. Как мы мыслим. / Пер. с англ. Н.М. Никольской. – М.: Лабиринт, 1999. – 192 с.
3. Мороченкова И.А. Формирование критического мышления студентов в вузе: дис... канд. пед. наук – Оренбург, 2004. – 181 с.
4. Горленко О.А., Малахов Ю.А., Можаяева Т.П. Формирование критического мышления обучающихся образовательных организаций: учеб. пособие. – Брянск: БГТУ, 2017. – 64 с.
5. Горленко О.А., Борбач Н.М., Симкин А.З., Можаяева Т.П. Гарантия качества образования в учреждениях высшего образования и среднего профессионального образования // Качество инженерного образования: сб. науч. тр. / под ред. О.А. Горленко. – Брянск: БГТУ, 2017. – С. 8–17.

## Forming Critical Thinking at Learners in Educational Organizations

**O.A. Gorlenko**, *doctor of technical sciences, professor, head of quality management of education at the Bryansk state technical university; Bryansk*

**Y.A. Malakhov**, *candidate of technical sciences, assistant professor, associate professor of the department «Information Security Systems» at the Bryansk state technical university; Bryansk*

**T.P. Mozhaeva**, *candidate of technical sciences, assistant professor, head of department «Normative documents of quality management of education» at the Bryansk state technical university; Bryansk*

*e-mail: goa-bgtu@mail.ru*

**Summary.** The need to form critical thinking in educational institutions is noted. A mechanism is proposed for the formation of such thinking among students in the process of educational activity.

**Keywords:** critical thinking, educational organization, technologies of critical thinking formation.

### References:

1. Boytsov B.V., Kryanev Yu.V. Criteria for understanding the quality of life. Quality and life. 2014. No. 1. pp. 7.
2. Dewey J. Psychology and the pedagogy of thinking. How we think. Moscow. Labyrinth. 1999. 192 p.
3. Morochenkova I.A. Formation of critical thinking of students in the university. Dissertation of candidate of pedagogical Sciences. Orenburg. 2004. 181 p.
4. Gorlenko O.A., Malakhov Yu.A., Mozhaeva T.P. Formation of critical thinking of learning educational organizations. Bryansk. Bryansk state technical University. 2017. 64 p.
5. Gorlenko O.A., Borbatz N.M., Simkin A.Z., Mozhaeva T.P. Guarantee of the quality of education in institutions of higher education and secondary vocational education. Quality of Engineering Education. Bryansk. Bryansk state technical University. 2017. pp. 8–17.



# Контекст организации: методические и практические подходы к разработке и реализации (на примере промышленных комплексов и предприятий)



## С.М. Брыкалов

д.э.н., начальник  
департамента  
стратегического  
развития и развития  
производственной  
системы АО «ОКБМ  
Африкантов»;  
г. Нижний Новгород  
e-mail: sm-brykalov  
@okbm.nnov.ru

**Аннотация.** В статье описываются методические подходы к разработке и формулируются практические рекомендации по структуре и содержанию контекста организации, которые позволяют менеджменту промышленных комплексов или предприятий разработать один из ключевых документов (контекст организации), направленный на обеспечение достижения стратегических целей с необходимым качеством и минимальным временем протекания процесса. Результаты, описанные в настоящей статье, внедрены в практику стратегического управления крупного научно-производственного предприятия (АО «ОКБМ Африкантов»), а достоверность результатов подтверждена комплексом предсертификационных, промежуточных, сертификационных и иных аудитов системы менеджмента АО «ОКБМ Африкантов».

**Ключевые слова:** внешняя и внутренняя среда, контекст организации, система менеджмента качества, стейкхолдеры, стратегическое управление.

## Введение

В современных условиях деятельности перед крупными высокотехнологичными промышленными комплексами и предприятиями поставлены следующие стратегические цели:

- формирование устойчивого портфеля заказов на российских и зарубежных рынках;
- создание новых продуктов для традиционных и смежных рынков;
- обеспечение конкурентоспособности и повышение рентабельности по ключевым продуктам;
- развитие производственной площадки и формирование устойчивой кооперации;
- обеспечение безопасности и пр.

Реализация вышеуказанных стратегических целей промышленных комплексов и предприятий должна поддерживаться современной системой менеджмента (например, по требованиям ISO 9001:2015) и/или системой интегрированного менеджмента.

В связи с этим для успешного функционирования и сертификации системы менеджмента промышленных комплексов и предприятий по ISO 9001:2015 должен быть разработан и внедрен в действие контекст организации.

Материалы, представленные в данной статье, описывают методические подходы к разработке и формулируют практические рекомендации по структуре и содержанию контекста организации.

## Характеристика объекта применения результатов

Описание методических подходов и практических рекомендаций приводится применительно к деятельности крупного промышленного предприятия атомной отрасли АО «ОКБМ Африкантов» (г. Нижний Новгород).

АО «ОКБМ Африкантов» – крупный научно-производственный центр атомного машиностроения, располагающий многопрофильной структурой, собственной конструкторской, производственной и испытательной базой [1].

АО «ОКБМ Африкантов» входит в десятку самых эффективных предприятий Госкорпорации «Росатом» и имеет статус «Лидер ПСР» за успешное внедрение технологий и методов бережливого производства.

Система менеджмента качества распространяется на все стадии жизненного цикла продукции, создаваемой АО «ОКБМ Африкантов», начиная от планирования разработки и заканчивая утилизацией, а также на все подразделения организации, принимающие участие в создании продукции, ее поставке и деятельности после поставки.

АО «ОКБМ Африкантов» имеет 12 лицензий Ростехнадзора, 1 лицензию Росатома, 10 лицензий других лицензирующих органов. Система менеджмента качества сертифицирована в органе по сертификации «TÜV Thüringen e.V.» (Германия). Организация имеет сертификат соответствия



системы менеджмента требованиям стандарта ISO 9001:2015 в области проектирования, разработки и производства ядерных энергетических установок и их систем, оборудования для атомной, судостроительной, химической, нефтеперерабатывающей и газовой промышленности [1].

### Основная часть

Согласно [2], контекст организации (условия, в которых функционирует организация) должен включать в себя следующие элементы:

1) анализ внешней и внутренней среды организации (характеристика влияния внешних и внутренних факторов на достижение организацией ее стратегических целей);

2) оценка взаимодействия организации с заинтересованными сторонами, а также анализ требований заинтересованных сторон.

С учетом вышеуказанных требований была разработана и адаптирована под промышленные комплексы и предприятия структура контекста организации. Этот документ должен содержать следующие разделы:

1) понимание организации и ее среды (включая стратегическое видение, стратегические цели и приоритеты организации, а также краткое описание процесса создания стоимости выпускаемой продукции);

2) анализ внешней и внутренней среды организации (включая информацию о периодичности и инструментах мониторинга факторов внешней и внутренней среды, перечисление факторов и описание влияния каждого из них по отдельности на деятельность организации, SWOT-анализ деятельности организации);

3) анализ взаимодействия организации с заинтересованными сторонами (включая сведения о требованиях и интересах заинтересованных сторон, а также о периодичности и инструментах мониторинга процесса взаимодействия организации с ними, карту заинтересованных сторон, информацию об удовлетворенности потребителей и вовлеченности персонала);

4) описание результатов проведенного анализа – достижение/недостижение организацией ее стратегических целей.

Таким образом, данная последовательность изложения материалов контекста организации позволяет проиллюстрировать и последовательно описать: во-первых, информацию о текущем статусе промышленного комплекса или предприятия, его месте в отраслевой структуре, целях, задачах, направлениях деятельности; во-вторых, материалы по влиянию действий и событий, происходящих во внешней и внутренней среде, на достижение стра-

тегических целей и приоритетных задач, стоящих перед организацией, сформировать SWOT-анализ; в-третьих, определить перечень заинтересованных сторон, влияние промышленного комплекса или предприятия на деятельность заинтересованных сторон и заинтересованных сторон на деятельность промышленного комплекса или предприятия, учесть их потребности и ожидания, а также требования к системе менеджмента качества; в-четвертых, на базе вышеуказанных анализов продемонстрировать на примере одной из стратегических целей ее реализацию и достижение.

Ниже представлены практические рекомендации к содержанию разделов контекста организации на примере АО «ОКБМ Африкантов».

Во введении необходимо указать цель подготовки документа, представить краткую характеристику приведенных в нем сведений, а также информацию о периодичности актуализации контекста.

Периодичность актуализации должна быть установлена руководством по качеству (РК) и может составлять от одного до трех лет и более. В то же время, с точки зрения практической рекомендации для крупных промышленных комплексов и предприятий, целесообразно установить периодичность актуализации три года.

В разделе 1 «Понимание организации и ее среды» должна быть представлена характеристика предприятия, включающая такие сведения, как:

- положение в отрасли, направление деятельности, информация о выпускаемой продукции [3, 4];
- статус и выполняемые функции предприятия [3, 4];
- стратегическое видение, стратегические цели и стратегические приоритеты организации [3, 4];
- структура взаимосвязи стратегических целей вышестоящей организации и стратегических целей организации (рис. 1);
- описание процесса создания стоимости, информация об имеющихся ресурсах, бизнес-модель организации (рис. 1).

При составлении раздела 2 «Анализ внешней и внутренней среды организации» необходимо руководствоваться следующими практическими рекомендациями.

Мониторинг и актуализацию сведений о факторах внешней и внутренней среды следует проводить на регулярной основе (ежегодно / раз в два года / раз в три года), согласно требованиям, представленным в руководстве по качеству. Мониторинг внутренней и внешней среды необходимо осуществлять с помощью таких инструментов, как:

- 1) анализ ежегодных посланий Президента РФ;

Рис. 1. Бизнес-модель и процесс создания стоимости АО «ОКБМ Африкантов»



- 2) анализ изменений федеральной и ведомственной нормативной базы;
  - 3) исследования удовлетворенности внутренних потребителей по различным аспектам;
  - 4) выявление новых рисков и возможностей;
  - 5) маркетинговые исследования продукции неядерного рынка;
  - 6) результаты функционирования коллегиальных органов;
  - 7) анализ объема инвестиций, выделяемых из федерального бюджета;
  - 8) анализ проблемных областей и решений, озвученных на заседаниях научно технических советов различного уровня, координационного совета по качеству и других комитетов и советов, действующих на промышленных комплексах и предприятиях;
  - 9) результаты реализации государственных, федеральных, целевых, отраслевых программ и программ НИР и ОКР, тематического плана НИР и ОКР;
  - 10) результаты реализации стратегии развития организации, стратегий развития бизнес-направлений и продуктовых направлений деятельности организации;
  - 11) события и изменения, происходящие во внешней и внутренней среде, которые оказывают влияние на деятельность организации.
- Анализ внешней среды предприятия должен проводиться поэтапно на каждом уровне управления сложной многоуровневой экономической

системой, каковыми являются крупные промышленные комплексы и предприятия. При этом для каждого фактора необходимо указать его влияние на деятельность организации. В качестве примера представим результаты анализа факторов внешней среды на государственном уровне применительно к АО «ОКБМ Африкантов» (табл. 1).

Примеры внешних факторов, оказывающих влияние на стратегические цели, приоритеты и задачи АО «ОКБМ Африкантов» на уровне Госкорпорации «Росатом» и ее дивизионов, приведены в табл. 2.

Внутренние факторы и их влияние на деятельность организации формируются под воздействием внешних. Схематическое представление этого процесса для АО «ОКБМ Африкантов» приведено на рис. 2 [3].

Анализ внутренних факторов, оказывающих влияние на деятельность АО «ОКБМ Африкантов», должен проводиться с учетом того, что стратегическое управление в организации построено на разделении всех протекающих процессов по их функциональным системам. Поэтому результаты анализа внутренней среды необходимо представить в разрезе функциональных систем в виде их рисков и возможностей.

Пример демонстрации анализа внутренних факторов в разрезе некоторых функциональных систем АО «ОКБМ Африкантов» представлен в табл. 3.

В качестве завершения раздела 2 следует привести SWOT-анализ деятельности организации,



Таблица 1.

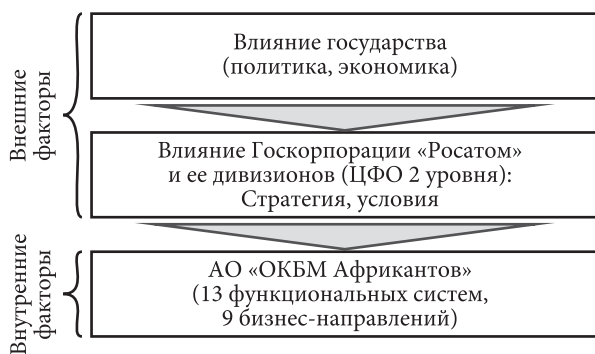
**Факторы внешней среды АО «ОКБМ Африкантов» на государственном уровне  
и их влияние на деятельность организации**

Фактор внешней среды на государственном уровне	Влияние фактора на деятельность организации
Обострение внешнеполитической и геополитической обстановки в мире, которое инициирует такие процессы, как введение экономических санкций в отношении предприятий ОПК в РФ, наращивание военного потенциала страны, а также обеспечение обороноспособности страны	Создание новых продуктов и увеличение портфеля заказов
Развитие стратегических отношений с такими крупными игроками на мировом рынке, как КНР, Индия, Корея и пр., а также со странами БРИКС, ШОС и др.	Увеличение портфеля зарубежных заказов и объема продаж, в том числе за счет внедрения и разработки новых продуктов
Реализация политики импортозамещения в части высокотехнологичного оборудования	Увеличение портфеля заказов, разработка новых продуктов, развитие компетенций персонала
Активное развитие цифровизации, новых технологий и внедрение роботизации	Повышение операционной эффективности организации, сокращение времени протекания процессов и снижение себестоимости.

Таблица 2.

**Факторы внешней среды на уровне Госкорпорации «Росатом» и дивизионов  
и их влияние на деятельность организации**

Фактор внешней среды на уровне Госкорпорации «Росатом» и дивизионов	Влияние фактора на деятельность организации
Работа в новых условиях	Увеличение/уменьшение портфеля заказов за счет разработки новых продуктов. Снижение себестоимости и сроков протекания процессов
Наличие технологического задела	Увеличение/уменьшение портфеля заказов (включая зарубежные заказы). Создание новых продуктов. Обеспечение инновационного развития организации



**Рис. 2. Анализ влияния внешних и внутренних факторов на деятельность АО «ОКБМ Африкантов»**

построенный на основе анализа внутренних и внешних факторов и дающий интегральную характеристику и анализ сильных и слабых сторон и их влияния на деятельность предприятия в целом, а также имеющихся рисков и возможностей [5].

Анализ заинтересованных сторон и их соответствующих требований, описание которого приводится в разделе 3 контекста организации, должен включать перечень заинтересованных сторон, во-

просы взаимодействия промышленного комплекса или предприятия с ними, а также описание их потребностей и ожиданий. При этом промышленный комплекс или предприятие должно установить принципы и механизмы взаимодействия с заинтересованными сторонами по соответствующим вопросам.

Промышленным комплексом или предприятием должны быть определены группы заинтересованных сторон и создан постоянно действующий коллегиальный орган – комиссия заинтересованных сторон. В состав комиссии должны войти представители всех ключевых заинтересованных сторон промышленных комплексов или предприятий: представители федеральных и региональных органов власти, местных сообществ и органов местного самоуправления, общественных и экологических организаций, эксперты в области ядерной и радиационной безопасности, поставщики и подрядчики предприятий атомной отрасли, представители отраслевых профсоюзных и молодежных организаций, представители гражданского общества и т.д. Члены комиссии являют-

**Анализ внутренних факторов в виде рисков и возможностей в разрезе некоторых функциональных систем АО «ОКБМ Африкантов»**

Наименование функциональной системы	Возможности	Риски
Управление и развитие персонала	1) Развитие высококвалифицированного персонала; 2) развитие новых компетенций; 3) отлаженное «горизонтальное взаимодействие»	1) Угроза текучести кадров; 2) низкая скорость принятия решений; 3) отсутствие обратной связи.
Управление предприятием	1) Внедрение риск ориентированного подхода; 2) внедрение управления проектами; 3) внедрение системы бережливого производства	1) Бездействие и ошибки при принятии управленческих решений; 2) низкая скорость внедрения изменений; 3) низкая оперативность реакции на угрозы, неповоротливость
Производство и производственная кооперация	1) Изготовление уникальной, высокотехнологичной продукции; 2) высокое качество и безопасность продукции; 3) высокая скорость обработки материалов	1) Большой объем несоответствий и доработок; 2) повышенный износ станочного оборудования; 3) срыв сроков выполнения технологических операций
Развитие цифровых технологий	1) Технологическое лидерство в сфере ИТ; 2) бесперебойная работа каналов обмена информацией; 3) цифровизация основных производственных процессов	1) Частые сбои в работе; 2) несоответствие возможностей ПО и оборудования требуемым потребностям; 3) потеря или недоступность данных

ся полномочными выразителями интересов заинтересованных сторон промышленных комплексов или предприятий.

При этом должны быть определены вопросы взаимодействия с заинтересованными сторонами промышленного предприятия. Пример требований, интересов и областей взаимодействия представлен в *табл. 4*.

В качестве основных принципов взаимодействия должны быть использованы:

- коммуникации на регулярной основе;
- реагирование на запросы через решения, действия и результаты;
- соблюдение взятых обязательств и требования их соблюдения от заинтересованных сторон;
- включение потребностей заинтересованных сторон в качестве составляющей ведения бизнеса.

Механизмы взаимодействия могут быть определены как:

- дифференцированный подход, определяемый зоной взаимозаинтересованности и включения в бизнес-процессы соглашения о сотрудничестве и партнерстве, договорные обязательства, совместные деловые и PR-мероприятия, аудиты, отчетность, совместные решения администрации и профкома, реализация коллективного договора;
- анализ эффективности и уровня взаимовлияния – анкетирование, оценка измеряемых пока-

зателей, исследование удовлетворенности, вовлеченности;

- информационный обмен.

Одним из наиболее эффективных механизмов взаимодействия с заинтересованными сторонами являются совместные мероприятия и проекты.

Мониторинг и анализ взаимодействия с заинтересованными сторонами должны проводиться на регулярной основе. Это необходимо для того, чтобы обеспечивать объективную оценку состояния взаимодействия и оперативное отслеживание изменений для принятия корректирующих действий.

В качестве инструментов мониторинга рекомендуется использовать:

- 1) совместную разработку и реализацию проектов;
- 2) работу с комиссией заинтересованных сторон;
- 3) масштабный мониторинг удовлетворенности потребителей;
- 4) мониторинг удовлетворенности и вовлеченности персонала;
- 5) анализ обращений персонала к руководству организации;
- 6) анализ внешних обращений (сайт, письменные обращения);

Таблица 4.

## Вопросы взаимодействия АО «ОКБМ Африкантов» с заинтересованными сторонами

Заинтересованная сторона	Требования, интересы, взаимодействие
Госкорпорация «Росатом», АО «Атомэнергомаш»	Стратегия. Повышение эффективности. Инновации. Производственная система «Росатом». Корпоративное управление. Финансово-экономические показатели и их динамика. Результаты научной и производственной деятельности
Заказчики продукции	Результаты научной и производственной деятельности. Производственная структура и эффективность управления. Дисциплина исполнения. Финансовое состояние предприятия. Качество и конкурентоспособность продукции
Потребители продукции	Качество и безопасность продукции и услуг, оперативность, удовлетворенность ожиданий. Технический уровень и конкурентоспособность. Гарантии
Предприятия-контрагенты	Производственные показатели. Качество и безопасность продукции. Исполнение договорных обязательств. Долгосрочный портфель заказов. Представительства на заводах-изготовителях. Производственная система «Росатом». Операционная эффективность
Поставщики	Производственная система «Росатом». Процедуры выбора поставщиков. Цепочка поставок. ЕОСЗ. Категорийные стратегии. Исполнение договорных обязательств
Коллектив	Результаты и достижения предприятия. Перспективы. Кадровая и социальная политика. Научный потенциал. Вовлеченность. Материальная и нематериальная мотивация. Молодежная политика. Коллективный договор
Финансовые организации	Производственная структура. Перспективы и планы развития. Финансовое состояние предприятия. Заемный капитал, лизинг
ИЯЭиТФ, образовательные учреждения	Научно-исследовательская деятельность. Подготовка кадров. Перспективы развития предприятия, создание рабочих мест. Профориентационные мероприятия. Пресс-туры. Совместные проекты
Регулирующие органы, аудит и надзор	Качество и безопасность продукции. Достоверность и представительность независимого аудита деятельности. Выполнение действующих правил и норм. Полнота отчетности, прозрачность. Качество документации и изделий
Общественные организации, СМИ	Перспективы развития предприятия. Экологическая безопасность. Информационная открытость бизнеса, прозрачность. Пресс-туры. Публикации. Тональность упоминаний. Индекс цитируемости. Выставочная деятельность. Социальные программы, благотворительность. Соблюдение законодательства
Профсоюз	Социальная ответственность. Защищенность сотрудников. Коллективный договор. Соблюдение норм законодательства. Условия труда и безопасность производства
Федеральные, региональные и местные органы власти	Радиационная и экологическая безопасность. Производственные показатели. Налоги, занятость. Использование регионального промышленного кластера. Энергоэффективность. Социальная политика.

7) анализ публикаций в СМИ;  
 8) анализ перечня адресатов по регулярным формам отчетности;  
 9) анкетирование (сбор и учет замечаний, предложений и рекомендаций по существующим аспектам, приоритетным темам, содержанию отчета, совместным действиям):

- менеджмента предприятия;
- заинтересованных сторон;

10) анализ ключевых рисков (источники, масштаб, динамика внешних и внутренних рисков).

По итогам мониторинга промышленных комплексов или производств предприятию необходимо сформировать карту заинтересованных сторон, которая позволяет оценить реальную картину со-

трудничества и интеграции с заинтересованными сторонами, отражает степень их влияния на организацию и степень их зависимости от организации в динамике.

В качестве примера на рис. 3 представлена карта заинтересованных сторон, иллюстрирующая взаимное влияние заинтересованных сторон и АО «ОКБМ Африкантов».

С целью получения дополнительной информации от заинтересованных сторон промышленный комплекс или предприятие должно организовать проведение системы исследований. К их числу можно отнести:

- анализ удовлетворенности внутренних и внешних потребителей;



- анализ уровня вовлеченности и удовлетворенности персонала;
- внутренние исследования по результатам поручений менеджмента организации, протоколам научно-технических советов различного уровня, координационного совета по качеству, стратегических сессий [6, 7].

В заключительном разделе «Описание результатов проведенного анализа» необходимо представить информацию о влиянии условий, в которых функционирует организация, на достижение стратегических целей.

Применительно к АО «ОКБМ Африкантов», по результатам анализа внутренней и внешней среды, SWOT-анализа и анализа требований и интересов заинтересованных сторон сформулирована стратегическая цель – обеспечение устойчивого развития организации.

В данном контексте устойчивое развитие – это развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности (Международная комиссия ООН по окружающей среде и развитию).

Концепция устойчивого развития АО «ОКБМ Африкантов» интегрирована в повестку устойчивого развития Госкорпорации «Росатом» и АО «Атомэнергомаш» (достижение стратегических

целей, отвечающих интересам национальной безопасности государства, благополучия и безопасности граждан, сохранения окружающей среды и соблюдения прав человека). Понимание принципов устойчивого развития, социальной ответственности и этической практики соответствует пониманию, принятому в международном деловом сообществе и в Госкорпорации «Росатом». Принципы устойчивого развития лежат в основе стратегических приоритетов деятельности по всем направлениям развития предприятия, начиная с миссии: «Служим национальным интересам...» и кодекса этики: «Базовые ценности – служение народу России, благополучие и безопасность общества...».

Далее промышленному комплексу или предприятию целесообразно привести краткую характеристику мероприятий и вклада организации в реализацию и достижение стратегических целей.

Таким образом, применение вышеуказанных методических подходов и практических рекомендаций позволяет менеджменту промышленных комплексов или предприятий разработать один из ключевых документов (контекст организации), направленный на обеспечение достижения стратегических целей с необходимым качеством и минимальным временем протекания процесса.



Рис. 3. Карта заинтересованных сторон



## Заключение

Контекст организации является одним из ключевых документов предприятия, направленный на обеспечение достижения организацией ее стратегических целей.

Материалы, представленные в статье, содержат методические подходы и практические рекомендации к структуре и содержанию контекста организации и могут быть использованы руководством промышленных комплексов и предприятий в системе менеджмента при переходе на стандарт ISO 9001:2015.

Результаты, описанные в настоящей статье, внедрены в практику стратегического управления крупного научно-производственного предприятия (АО «ОКБМ Африкантов»), а достоверность результатов подтверждена комплексом предсертификационных, промежуточных, сертификационных и иных аудитов системы менеджмента АО «ОКБМ Африкантов».

## Литература

1. Публичный годовой отчет АО «ОКБМ Африкантов» за 2017 год. [http://172.16.2.88/images/stories/investor/report2017\\_smart.pdf](http://172.16.2.88/images/stories/investor/report2017_smart.pdf).
2. ISO 9001:2015 Системы менеджмента качества. Требования.
3. Брыкалов С.М., Юрлов Ф.Ф. Стратегическое управление промышленными предприятиями атомной отрасли на основе многоуровневого подхода: монография. – М.: Изд-во «Ваш полиграфический партнер», 2015. – 259 с.
4. Брыкалов С.М. Концепция стратегического управления промышленными предприятиями атомной отрасли // Экономика и предпринимательство. – 2016. – № 7 – С. 1080–1088.
5. Брыкалов С.М., Юрлов Ф.Ф. Методика многокритериального выбора эффективных стратегий предприятия атомной отрасли при использовании SWOT – анализа // Экономика: теория и практика. – 2016. – № 2(42) – С. 76–85.
6. Брыкалов С.М. и др. Определение путей оптимизации основных производственных процессов сотрудников конструкторского и технологического блоков крупного промышленного предприятия как ключевое направление повышения его операционной эффективности // Менеджмент в России и за рубежом – 2018. – № 4. – С. 46–54.

7. Брыкалов С.М., Балыбердин А.С., Бородина В.Е. Анализ востребованности и эффективности функционирования научно-технической библиотеки на промышленных предприятиях // Библиосфера. – 2018. – № 3.

### Context of the Organization: Methodical and Practical Approaches to Development and Realization (on the Example of Industrial Complexes and the Enterprises)

**S.M. Brykalov**, doctor of economics, head of the department of strategic development and development of a production system of Joint stock company «Experimental Design Bureau of Mechanical Engineering named after Afrikantov»; Nizhny Novgorod

e-mail: sm-brykalov@okbm.nnov.ru

**Summary.** In article methodical approaches to development are described and practical recommendations about structure and the maintenance of a context of the organization which allow management of industrial complexes or the enterprises to develop one of key documents (a context of the organization) aimed at providing achievement of strategic objectives with necessary quality and the minimum time of course of process are formulated. The results described in the present article are introduced in practice of strategic management of the large scientific and production enterprise (JSC EDBME named after Afrikantov), and the reliability of results is confirmed by a complex of precertified, intermediate, certified and other audits of a system of management of «JSC EDBME named after Afrikantov».

**Keywords:** internal and external environment, the context of the organization, the quality management system, stakeholders, strategic management.

#### References:

1. The annual report of JSC EDBME named after Afrikantov, (2017). Available at: [http://172.16.2.88/images/stories/investor/report2017\\_smart.pdf](http://172.16.2.88/images/stories/investor/report2017_smart.pdf).
2. Standard ISO 9001:2015. Quality management systems – Requirements.
3. Brykalov S.M. Yurlov F.F. Strategic management of the nuclear industry enterprises branch based on multilevel approach: the monography. *Your printing partner publishing house*. Moscow, 259 p.
4. Brykalov S.M. The concept of strategic management at nuclear industry enterprise. *Economy and business*. 2016, No. 7, pp. 1080–1088.
5. Brykalov S.M., Yurlov F.F. Technique of the multicriteria choice of effective strategy of the enterprise of nuclear sector when using SWOT – analysis. *Economy: theory and practice*. 2016, No. 2 (42), pp. 76–85.
6. Brykalov S.M. Definition of ways of main business operations improvement for design and technological departments' employees at large industrial enterprise as a key direction for increasing operational efficiency. *Management in Russia and abroad*. 2018, No. 4, pp. 46–54.
7. Brykalov S.M., Balyberdin A.S., Borodina V.E. The analysis of scientific and technical library's necessity and efficiency at large industrial enterprises. *Bibliosphaera*. 2018, No. 3.

# Управление жизненным циклом продукции с позиций нового уклада организации производственных систем

## А.В. Цырков

д.т.н., профессор, главный научный сотрудник Научно-производственного объединения «Техномаш»; Москва

e-mail: [tias@inbox.ru](mailto:tias@inbox.ru)

## Е.С. Юрцев

заместитель директора центра Научно-производственного объединения «Техномаш»; Москва

## А.В. Рагуткин

к.т.н., проректор по инновационной работе «МИРЭА – Российский технологический университет»; Москва

## Г.А. Цырков

к.т.н., доцент Московского авиационного института (НИУ); Москва

## Е.А. Ермохин

аспирант Московского авиационного института (НИУ); Москва

**Аннотация.** Рассмотрен пример инструментальных средств, обеспечивающих реализацию элементов концепции «Индустрия 4.0». Приведена модель управления жизненным циклом на основе построения сквозных процессов создания сложных технических систем. Поток работ, формируемый из таких элементов, способствует снижению цикла создания изделий в опытно-производстве. Методология проектно-операционного управления потоком позволяет осуществлять консолидированное сопровождение процессов создания опытной и серийной продукции. Цифровые двойники объекта, производства и производственной системы используются для анализа проектных решений, процессов и состояния производственных систем.

**Ключевые слова:** «Индустрия 4.0», жизненный цикл, сложная техническая система, поток работ, метод проектно-операционного управления, цифровые двойники PLM, ERP, BPM.

Анализ информационных источников по концепции автоматизации и обмену данными в технологиях, классифицированной как «Индустрия 4.0»,

показывает, что специалисты в области металлообработки выделяют в качестве ключевых признаков следующие факторы, присущие новому укладу производства:

1. Управление жизненным циклом изделия (*Product Lifecycle Management*).

2. Большие данные (*Big Data*) производственных систем, количество которых лавинообразно возрастает, а рациональное управление и анализ которых является одной из наиважнейших задач организации производства.

3. «Умный завод» (*SMART Factory*) – модели и правила применения адаптивных когнитивных систем, регулирующих процессы создания изделий от стадии проектирования до их изготовления.

4. Киберфизические системы (*Cyber-physical systems*) – механизмы, интегрирующие базы знаний и коммуникационные потоки с физическими процессами управления объектом и проектно-производственной средой на протяжении всего жизненного цикла изделия.

5. Интернет вещей (*IoT – Internet of Things*) – метод построения вычислительной сети физических объектов, оснащенных встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом, исключающий необходимость участия человека.

6. Интероперабельность (*Interoperability*) – функциональная совместимость, являющаяся наиважнейшим фактором промышленной концепции «Индустрия 4.0», без которой невозможно построить бизнес-модель интегрированной производственной системы.

Управление жизненным циклом изделий в концепции изложено с позиций разработчиков PLM-систем, которое основано на принципе дуализма «физическое – информационное», отражает желание достичь взаимно однозначного соответствия между физическим и информационным пространством. В дополнение к такой постановке задачи может быть предложено решение по управлению сквозными процессами создания (разработки и изготовления) новых и существующих изделий.

Такое решение нашло реализацию в системе проектно-производственного сопровождения (СППС, [1]) процессов создания сложных технических изделий и является разработкой, объединяющей программно-методические средства управления жизненным циклом (ЖЦ) сложной технической систе-



мы (СТС). СППС организует взаимодействие с *PLM* и *ERP* системами. Методические решения системы обеспечивают органичное сопряжение с функционалами действующих на предприятии систем: *PLM* – по управлению составом изделия; *ERP* – по учету и отчетности в хозяйственной деятельности.

Система может быть использована как надстройка над существующим функционалом *PLM* и *ERP* на предприятиях, не требуя отказа от сложившихся бизнес-процессов и инструментальных средств (программ) в деятельности инженерных и планово-экономических служб. Предлагаемая разработка расширяет возможности предприятия по мобильности в принятии управленческих решений на всех уровнях управления, по всему жизненному циклу. Созданная система станет проводником типовых решений по цифровизации процессов на предприятии, создании цифровых двойников производств (процессов). Система может быть отнесена к классу систем управления бизнес-процессами (*Business Process Management, BPM*), но, в дополнение к существующим на рынке *BPM*-решениям, обладает расширенным функционалом в области подготовки схмотехнических решений по процессам конструкторской, технологической, производственной и логистической деятельности.

Система построена на основе общей модели сквозных процессов создания изделий и методологии проектно-операционного управления (ПОУ, [1]). *PLM*-системы для управления процессами используют методы *PM* (*Project Management*) на основе модели потока работ (*Work Flow, WF*). *ERP*-системы в управлении производством базируются на положениях об операционной деятельности в соответствии со стандартами группы *MRP-II*. В основе алгоритмов ПОУ по управлению и балансировке ресурсов предприятия лежат идеи СПО (синхронного планирования и оптимизации). Идеи СПО обобщают методы *APS* (*Advanced Planning and Scheduling*). Считается, что метод *APS* при интеграции с *ERP*-системой добавляет производственному предприятию возможность более быстрого реагирования на изменения внешней среды и внутреннего состояния производства (рис. 1, область А). Системы *APS/СПО* возникли в результате эволюции методов и систем производственного управления.

СППС является примером функционала, развивающего идеи СПО (рис. 1, область Б) и объединяющего методы управления проектной и производственной (операционной) деятельностью. СППС осуществляет сквозное планирование процессов и распространяет управляющие воздействия в сферах проектно-конструкторской деятельности, технологической и логистической подготовки производства, изготовления и эксплуатации СТС.



Рис. 1. Концептуальная схема развития взаимодействия между *PLM* и *ERP*

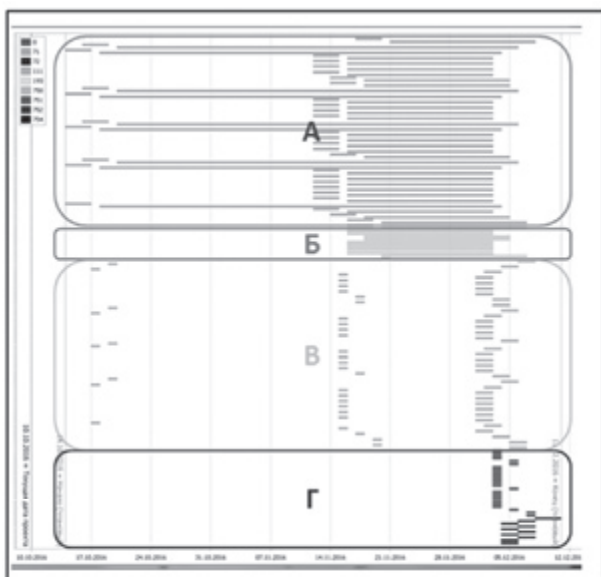
Организационно-методическая модель СППС содержит ключевые высокоуровневые бизнес-потoki: сопровождение процессов разработки конструкторских и технологических решений; построение и расчет потока работ; управление процессами; мониторинг процессов.

При разработке методов планирования и управления, реализованных в методологии ПОУ, преследовались цели:

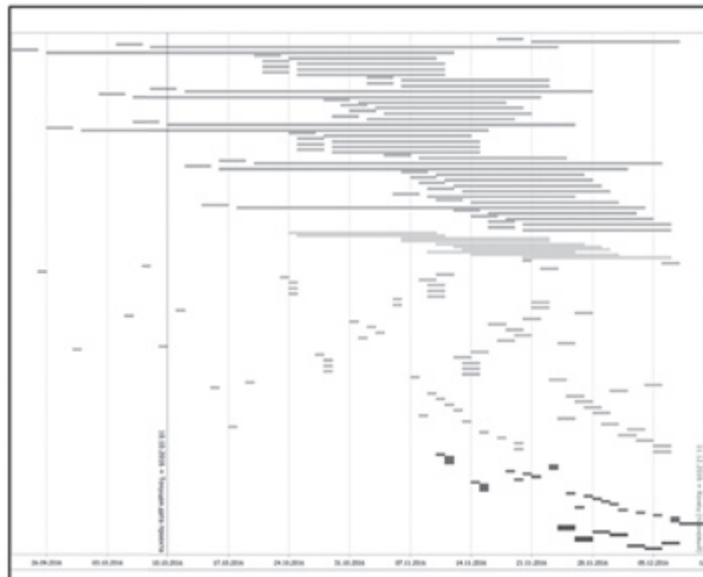
- сокращение сроков создания (разработки и изготовления) изделий;
- минимизация потерь при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР), а также в серийном производстве;
- балансировка трудовых ресурсов в процессах создания технических систем;
- унификация методов поддержки изделий в эксплуатации;
- достижение интероперабельности в управлении процессами ЖЦ и сокращения затрат на эксплуатацию инструментальных средств ПОУ.

В ПОУ планирование и последующие управление и мониторинг процессов создания СТС проводятся на принципах организации бережливого производства. Планировщик процессов формирует общий поток работ, объединяя объекты опытного и серийного производства. Результатом расчета является базовый план (рис. 2), включающий работы различных подразделений: А – конструкторских, Б – логистических, В – технологических, Г – производственных. В зависимости от особенностей изделия (проекта) и состояния проектно-производственной среды предприятия, загрузка подразделений предприятия работами конкретного проекта может быть различна, но, как правило, в исходном состоянии плана наблюдается неравномерность загрузки по различным направлениям деятельности (рис. 3а).

В основе базового плана может лежать представление изделий на уровне как конструкторского, так и технологического состава.



а – исходное состояние



б – сбалансированное состояние

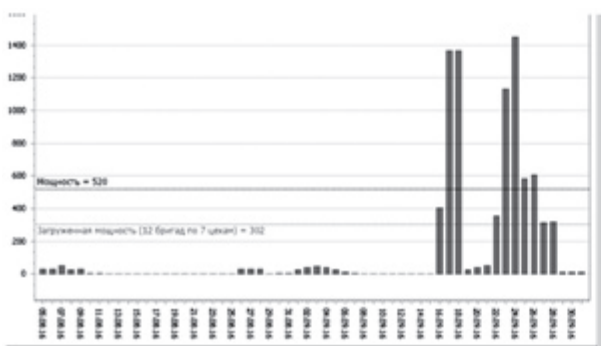
Рис. 2. Поток работ (план)

Процедура планирования позволяет оптимизировать загрузку ресурсов предприятия, используя в качестве критерия величину «незавершенного производства и разработки». Перегрузки отдельных подразделений приводят к изменению сроков (графиков) работы всех подразделений, функционально связанных по этапам жизненного цикла (рис. 2б). Таким образом, технологические и логистические решения могут влиять на очередность выполнения проектных и конструкторских работ.

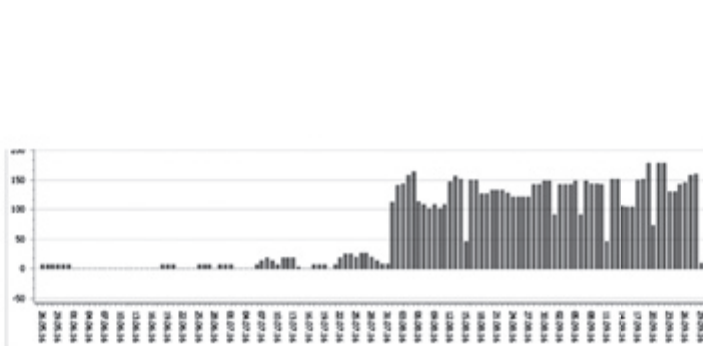
Сокращение цикла создания изделий достигается за счет распараллеливания работ, которое может быть осуществлено при наличии достаточного количества ресурсов, адекватной информационно-коммуникационной структуры и при выполнении специальных организационных мероприятий в проектно-производственной среде. На рис. 4 показаны обобщенные циклограммы обычного последовательного процесса проектирования и параллельного процесса в CAD/CAM/CAE систе-

мах под управлением PDM/PLM. Необходимо отметить, что в жесткой функциональной структуре управления проектами такого результата достичь невозможно, что и подтверждает печальный опыт внедрения «сквозных» систем «проектирование – производство» [2]. Когда каждое функциональное подразделение отвечает за какой-либо отдельный кусок непрозрачного проекта, легко потерять ориентацию в общей структуре работ, допустить откровенные ляпы в управлении. Отсюда и сопротивление, на грани саботажа, внедрению таких систем. Параллельный процесс создания предполагает четкое управление прозрачным проектом из единого центра и горизонтальные контакты разработчиков, минуя административную вертикаль. Это возможно при адекватном описании процессов по их горизонтальным связям, что и является основной задачей подсистемы построителя потока работ.

Практика применения распределенных сред параллельного проектирования показывает, что время, затраченное на конструирование и расчеты,



а – исходное состояние



б – сбалансированное состояние

Рис. 3. Загрузка подразделений



несколько увеличивается при уменьшении времени на изготовление (рис. 4). На многих предприятиях это объективно невыгодно функциональным подразделениям, занимающимся только конструированием или расчетами: нормы планирования трудозатрат этого не учитывают, требуется более высокая квалификация исполнителей, а от экономии времени по проекту в целом они не получают дополнительных преимуществ. Предлагаемое на основе ПОУ решение изменяет ситуацию, формируя обобщенный план для всего проекта (программы), и планы подразделений включают работы по различным проектам, поэтому эта проблема даже не возникнет.

Неотъемлемым техническим приемом концепции «Индустрия 4.0» является использование цифровых двойников (*Digital Twin, DT*). *DT* – это комплекс динамических информационных моделей представления данных о физическом объекте и процессах его создания. Эти информационные модели могут изменять не только содержание, но и структуру разделов. СППС организует и поддерживает структуру хранилища данных для цифровых двойников:

а) *DT-1* – цифровой двойник объекта. Данные могут формироваться в средах различных модельных платформ. Организация структуры хранилища определяется в соответствии с конструкторским, технологическим и эксплуатационным составом изделия.

б) *DT-2* – цифровой двойник производства (процесса), который фиксирует и позволяет определить характеристики, приобретаемые изделием в процессах разработки и изготовления.

Основой организации причинно-следственных связей данного хранилища является структура потока работ как основного элемента методологии ПОУ, формируемая на основе технологического и производственного составов изделия. Информация, содержащаяся в хранилище, позволяет опера-

тивно установить не только характеристики процессов изготовления (оборудование, персонал, ...), но и параметры логистических процессов по поставкам материалов и комплектующих.

Базовыми характеристиками, сохраняемыми в *DT-2*, являются наборы параметров по плановым и фактическим показателям: работа обрабатывающего и контролирующего оборудования; состояние окружающей среды; психофизическое состояние исполнителей; видео-наблюдения. Основным назначением *DT-2* является подтверждение характеристик качества изделий.

с) *DT-3* – цифровой двойник производственной системы. Задачами этой модели являются:

- поддержание технологий, оборудования, ... в работоспособном состоянии;
- оптимизация состава трудовых ресурсов (оборудование, здания, ... кадровый потенциал).

В целом предиктивное моделирование состояния системы на основе *DT-3* должно обеспечить эффективность проектно-производственной среды предприятий. Применение этой модели необходимо прежде всего предприятиям, отличающимся мелкосерийным и единичным характером производства.

Цифровые двойники могут использоваться для анализа проектных решений и процессов по объекту. К примеру, особенности НИОКР вынуждают при моделировании процессов использовать статистическую и экспертную информацию по изделиям-прототипам. Результаты моделирования планового состояния потока работ фиксируются в *DT-2*. Функционал мониторинга состояния проектно-производственной среды в СППС позволяет осуществить поиск критических областей и выполнить действия по корректировке ситуации. Например, использование статистических решений (данных) может приводить к возникновению результатов, подобных указанным на рис. 5. Здесь



Рис. 4. Преимущества «параллельного подхода» [2]



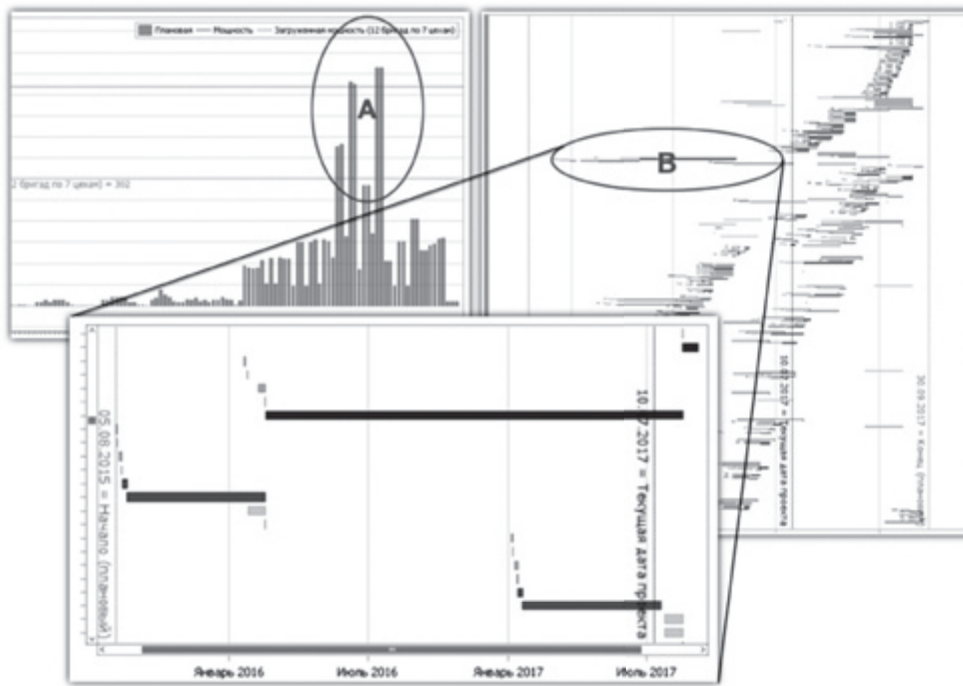


Рис. 5. Организационно-технические ограничения

область «А» свидетельствует о неадекватности применения прототипа функционально-организационного решения (ФОР) с точки зрения доступности ресурсов, а область «В» – некорректности производственно-технологических характеристик. В таких ситуациях СППС предоставляет возможность корректировки ФОР по схмотехническим данным. Результат применения группы корректировок приведен на рис. 3б. Автоматизированный поиск подобных «исключений» по используемым ресурсам является одной из задач анализа плана.

Функционал мониторинга состояния проектно-производственной среды использует для поиска критических областей элементы теорий ограничений (*theory of constraints, TOC*). TOC исходит из того, что любое предприятие, как система, имеет некоторое количество элементов, которые в конкретный момент времени, отвечая за ее эффективность, препятствуют достижению максимальной результативности. Таким элементом является элемент потока работ, т.е. состав определенных действий, связанных с ресурсами предприятия. Как правило, это один или ограниченная группа элементов, они и являются ограничениями системы. Задача состоит в обнаружении этих элементов, управляя которыми, можно влиять на результативность системы. В СППС предлагается ряд механизмов анализа потока работ, поиска и устранения ограничений. Основными признаками для поиска ограничений являются существенные отклонения в диаграммах загрузки (рис. 5, область А) и цикловых графиках работ (рис. 5, область В). Анализ отклонений позволяет определить элементы, дестабилизирующие поток работ, элементы, которые являются в данный момент организационно-техническими огра-

ничениями и приводят к отклонениям от желаемой цели по срокам и затратам (стоимости) проектно-производственной программы.

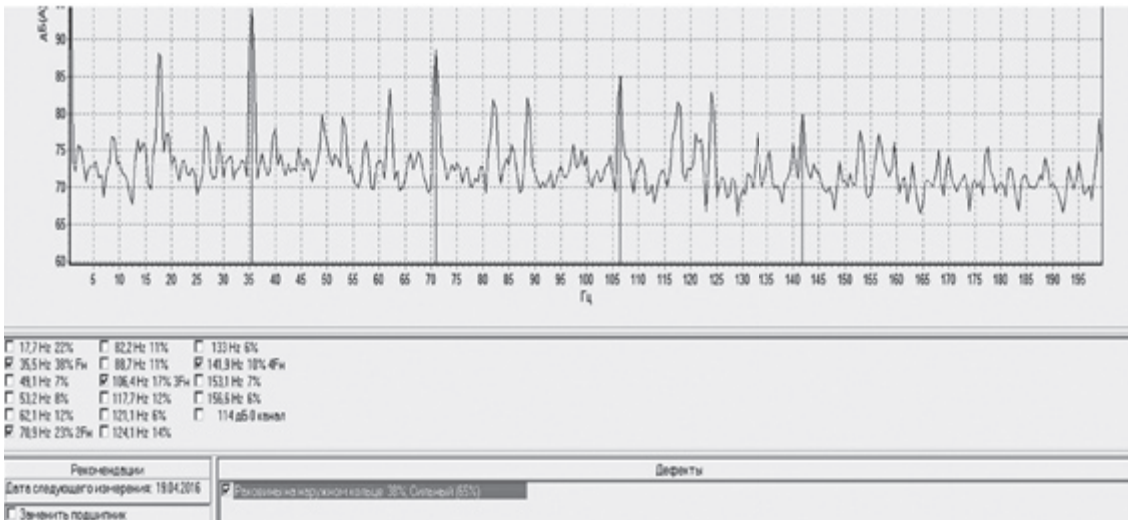
При анализе состояния производственных систем модели цифровых двойников оборудования (элемент DT-3) задействуются для диагностики по техническому состоянию оборудования. Процедуры используют методы анализа, основанные на идеях безразборной вибродиагностики и спектрального анализа при моделировании работы станков и последующем анализе его узлов [3].

Вибродиагностический метод позволяет определить до 23 параметров объекта. Диагностируются дефекты: подшипников, включая износ наружного или внутреннего кольца, перекос наружного кольца, износ шариков или роликов; износ шариковинтовых пар – винт, шарики, перекос винта. Метод основан на том, что вибрационный сигнал содержит значительную информацию о состоянии каждого элемента любой детали, которая выполняет вращательное или поступательное движение (рис. 6). Задача состоит в том, чтобы из полученного сигнала выделить частотные характеристики конкретных деталей и сравнить их с показателями деталей в расчетной модели оборудования, не имеющей дефектов и повреждений, и на основании этого идентифицировать как начинающиеся дефекты, так и их развитие, предсказать возможный ресурс каждой детали.

В процедурах управления (выдача, диспетчеризация и закрытие работ) и мониторинга потока работ могут быть использованы два уровня описания процессов (рис. 7): маршрутный и операционный. Маршрутный уровень описания процессов используется для управления подразделениями либо при



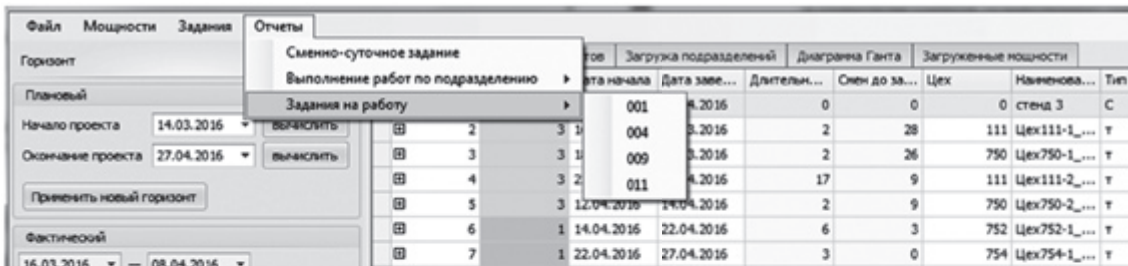
Рис. 6. Вибродиагностика оборудования



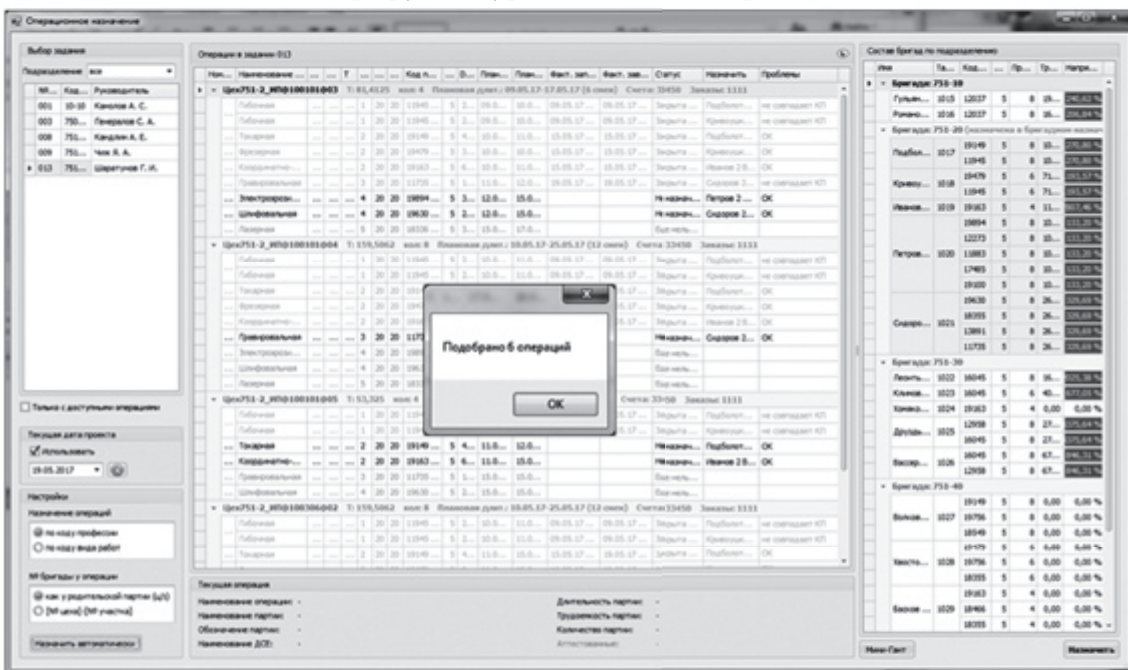
начальном состоянии наполнения системы, либо в случае высокой степени автоматизации наблюдаемых работ (использование автоматизированных систем разработки, применение оборудования с программным управлением, ...), либо для управления процессами на уровне функциональных групп (бюро, бригада ...). Операционный уровень описания процессов используется для управления конечными исполнителями.

Новизна идеи создания СППС состоит в построении объединенных (сквозных) процессов сопровождения жизненного цикла изделия и объединении функционалов планирования и управления потоками работ, которыми традиционно управляют PLM и ERP комплексы.

Сокращение цикла создания новых изделий достигается за счет «сквозного» моделирования процессов по всему ЖЦ, исключения лишних «бу-



а – маршрутный уровень описания процессов



б – операционный уровень описания процессов

Рис. 7. Выдача заданий

феров», формируемых каждой из используемых систем при планировании, и за счет исключения необходимости согласования планов между проектными, технологическими и МТС (логистическими) службами.

Методология ПОУ позволяет применять унифицированные методы при поддержке изделий в эксплуатации, решая задачи управления регламентными работами и управления по контролю за техническим состоянием изделия.

Объединение и унификация управляющих компонентов PLM- и ERP-комплексов позволяет сократить затраты на обучение персонала, построение и поддержку ИТ-инфраструктуры. Сокращение затрат на эксплуатацию СППС достигается также за счет автоматизации процессов подготовки данных для решения задач управления на основе использования проектно-производственных баз знаний [4].

### Литература

1. Лопота А.В., Цырков А.В., Цырков Г.А. Реализация системы проектно-операционного управления предприятием. Организационно-методические решения // Информационные технологии в проектировании и производстве: Науч.-техн. журн. ФГУП «ВИМИ». – 2016. – № 3. – С. 9–17.
2. Лопота А.В. Создание высокотехнологичного производства функциональных модулей робототехнических систем // Информационные технологии в проектировании и производстве: Науч.-техн. журн. – 2015. – № 2. – С. 10–16.
3. Цырков А.В., Цырков Г.А., Юрцев Е.С., Савинов Ю.И. Цифровые двойники в анализе качества продукции // Избранные научные труды пятнадцатой Международной научно-практической конференции «Управление качеством», 14–15 марта 2019 года / ФГБОУ ВПО «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)». – М.: ПРОБЕЛ-2000, МАИ, 2019. – 419 с. (с. 349–355).
4. Цырков А.В. Структурно-параметрический моделлер – основа построения комплексных информационных моделей производственных систем // Информационные технологии в проектировании и производстве: Науч.-техн. журн. ФГУП «ВИМИ». – 2005. – № 1. – С. 51–58.

*Данные исследования проведены при поддержке РТУ МИРЭА в рамках инициативной научно-исследовательской работы ИЦМР-7 «Предиктивные технологии обработки информации о состоянии узлов машин и оборудования».*

### Product Life Cycle Management from the Position of the New Owning of the Organization of Production Systems

**A.V. Tsyrcov**, doctor of technical sciences, professor, chief researcher of the Technomash Research and production association; Moscow

e-mail: [tias@inbox.ru](mailto:tias@inbox.ru)

**E.S. Yurtsev**, Deputy director of the center for Scientific and production association «Technomash»; Moscow

**A.V. Ragutkin**, candidate of technical sciences, the vice rector for innovative work of «MIREA - the Russian technological university»; Moscow

**G.A. Tsyrcov**, candidate of technical sciences, associate professor of Moscow Aviation Institute (National Research University); Moscow

**E.A. Yermokhin**, graduate student of Moscow Aviation Institute (National Research University); Moscow

**Summary.** The example of the tool means providing the implementation of the elements of the concept «Industry 4.0» is considered. A life-cycle management model based on building end-to-end processes for creating complex technical systems is presented. The workflow formed from such elements helps to reduce the cycle of creating products in a pilot production. The methodology of design and operational flow management allows the consolidated support of the processes of creating experimental and serial products. Digital twins of the facility, production and production system are used to analyze design decisions, processes and the state of production systems.

**Keywords:** Industry 4.0, life cycle, complex technical system, work flow, design and operational management method, PLM digital twins, ERP, BPM.

#### References:

1. Lopota A.V., Tsyrcov A.V., Tsyrcov G.A. Implementation of the system of project-operational management of the enterprise. Organizational and methodological solutions. *Information technologies in design and production. Scientific and technical journal of the Federal state unitary enterprise «All-Russian scientific research institute of Inter-industry information»*. 2016, No. 3. pp. 9–17.
2. Lopota A.V. Creation of high-tech production of functional modules of robotic systems. *Information technologies in design and production. Scientific and technical journal of the Federal state unitary enterprise «All-Russian scientific research institute of Inter-industry information»*. 2015, No. 2. pp. 10–16.
3. Tsyrcov A.V., Tsyrcov G.A., Yurtsev E.S., Savinov Yu.I. Digital counterparts in the analysis of product quality. *Selected scientific papers of the Fifteenth international scientific and practical conference «Quality management», March 14–15, 2019. SPACE-2000, Moscow aviation institute*. Moscow, 2019. pp. 349 – 355
4. Tsyrcov A.V. Structural and parametric modeler – the basis for building complex information models of production systems. *Information technologies in design and production. Scientific and technical journal of the Federal state unitary enterprise «All-Russian scientific research institute of Inter-industry information»*. 2005, No. 1. pp. 51–58.





# Роль технического регулирования в управлении качеством продукции машиностроения



**Е.П. Плавельский**

*д.т.н., профессор  
НИУ МГСУ,  
главный специалист  
ООО «ИЦ «ЦНИП  
СДМ»; Московская  
область*

*e-mail:  
eplavelsky@gmail.com*

**Аннотация.** Показатели безопасности являются определяющими показателями качества продукции машиностроения. Поэтому техническое регулирование (стандартизация и оценка соответствия) продукции машиностроения является главным инструментом обеспечения качества в условиях Евразийского экономического союза (ЕАЭС), который реализуется через технические регламенты продукции машиностроения. Становление технического регулирования шло через разработку и внедрение технических регламентов сначала в РФ, потом разработку и внедрение регламентов в Таможенном союзе (ТС), затем внедрение технических регламентов ТС и разработку и внедрение новых технических регламентов в ЕАЭС. Анализ существующих систем технического регулирования показал предпочтительность для РФ современной концепции ЕС с внедрением нового и глобального подходов. При этом инструментами реализации этой концепции являются разработка и гармонизация основных технических требований на обязательном уровне, с одной стороны, и выполнение вышеуказанных требований под исключительную ответственность производителя продукции через декларирование соответствия с внедрением принципа презумпции соответствия продукции машиностроения, с другой стороны.

**Ключевые слова:** продукция машиностроения, техническое регулирование, новый подход, глобальный подход, ответственность производителя, безопасность продукции, презумпция соответствия.

Показателем качества продукции машиностроения называют количественную характеристику одного или нескольких свойств продукции, определяющих ее качество, рассматриваемую применительно к определенным условиям ее создания и эксплуатации или потребления. Номенклатура показателей качества зависит от назначения про-

дукции. Показатель качества продукции может выражаться в различных единицах (например, километрах в час, часах наработки на отказ или безразмерной величиной). При этом в последнем случае показатель качества продукции характеризует несколько его свойств и называется *комплексным показателем качества*. *Определяющим* называют показатель качества продукции, по которому решают оценивать ее качество.

Базовое значение показателя качества продукции принимают за основу при сравнительной оценке. За базовые могут приниматься значения показателей качества лучших отечественных и зарубежных образцов или планируемые значения показателей перспективных образцов. Уровень качества продукции определяется относительной характеристикой качества продукции, основанной на сравнении значений показателя качества оцениваемой продукции с базовыми значениями соответствующих показателей. Для оценки уровня качества продукции ГОСТ 22851-77 устанавливает следующую номенклатуру основных групп показателей качества продукции по характеризующим ими свойствам продукции: показатели назначения, показатели надежности, показатели технологичности, эргономические показатели, эстетические показатели, показатели стандартизации и унификации, показатели транспортабельности, патентно-правовые показатели, экологические показатели, показатели безопасности, экономические показатели. Надежность продукции машиностроения является показателем, включающим в себя показатели безотказности, долговечности, ремонтпригодности. Анализируя состав показателей качества продукции машиностроения, необходимо отметить, что технический уровень продукции зависит не только от конструкции, но и от технологии ее изготовления (показатели точности и прочности).

Показатели безопасности являются определяющими показателями качества продукции машиностроения. Основа нормативной базы безопасности продукции в РФ – Федеральный закон «О техническом регулировании», производными которого являются технические регламенты, их названия в машиностроении начинаются, в основном, из определения «О безопасности ...». Основные технические регламенты для подъемно-

транспортных, строительных, дорожных, горных машин и спецавтотранспортных средств (ПТСДГМ и СТС) – «О безопасности машин и оборудования», «О безопасности колесных транспортных средств», «О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением».

Основная задача технического регулирования заключается в защите интересов юридических и физических лиц, государства и природных ресурсов путем выпуска продукции, технологий и услуг, соответствующих стандартам, правилам и нормам. Таким образом, техническое регулирование имеет непосредственно самое важное значение в *управлении качеством продукции* машиностроения, которое вытекает из минимально необходимых требований, обеспечивающих:

- безопасность излучений;
- биологическую безопасность;
- взрывобезопасность;
- механическую безопасность;
- пожарную безопасность;
- промышленную безопасность;
- термическую безопасность;
- химическую безопасность;
- электрическую безопасность;
- ядерную и радиационную безопасность;
- электромагнитную совместимость в части

обеспечения безопасности работы приборов и оборудования;

- единство измерений.

Иными словами, техническое регулирование состоит из определенного количества технических регламентов, которые контролируют все перечисленные выше пункты. *Без этого контроля качество производимой продукции будет снижено до минимума, а использование такой продукции приведет к неисправимым последствиям, опасным для жизнедеятельности человека* [1, 2]. Таким образом, принимаются технические регламенты с целью защиты жизни или здоровья граждан, имущества физических и юридических лиц, государственного или муниципального имущества, охраны окружающей среды и растений, жизни или здоровья животных.

Для достижения этой цели продукция машиностроения, в том числе ПТСДГМ и СТС, должна удовлетворять определенным требованиям безопасности. При этом под безопасностью подразумевается состояние продукции машиностроения, при котором отсутствует недопустимый риск причинения вреда. Под риском понимается вероятность причинения вреда с учетом его тяжести. Процедуры оценки соответствия должны быть такими, чтобы они давали возможность получить достоверный ответ на вопрос об отсутствии или на-

личии недопустимого риска причинения вреда при использовании или других переделах продукции машиностроения.

Развитие технического регулирования с внедряемыми с течением времени регламентами можно разделить на три этапа. Этап 1 – разработка и внедрение технических регламентов в РФ, этап 2 – разработка и внедрение технических регламентов в Таможенном союзе (ТС), этап 3 – внедрение технических регламентов ТС в Евразийском экономическом союзе (ЕАЭС) и разработка и внедрение технических регламентов ЕАЭС (табл. 1). Первые два этапа являются преамбулой основного (в настоящее время) третьего этапа технического регулирования на постсоветском пространстве в рамках ЕАЭС.

Первый этап характеризуется радикальными преобразованиями, характерными для рыночной экономики. Принятый в 1992 г. Закон РФ «О защите прав потребителей» явился вехой начала работ по техническому регулированию в новых условиях. Госстандартом РФ был утвержден, а с 1 января 1992 г. введен в действие комплекс государственных стандартов ГОСТ Р 1.0 – ГОСТ Р 1.5 Государственной системы стандартизации РФ. А 10 июня 1993 г. был принят Закон РФ «О стандартизации».

В соответствии с законом «О защите прав потребителей» была предусмотрена форма оценки соответствия – обязательная сертификация, а Госстандарт России определен национальным органом по сертификации продукции (работ, услуг), который с 01 мая 1992 г. ввел в действие *российскую систему сертификации ГОСТ Р*. По ее правилам могла проводиться обязательная и добровольная сертификация. 10 июня 1993 г. по представлению Госстандарта России был принят Закон РФ «О сертификации продукции и услуг», в котором были установлены правовые основы обязательной и добровольной сертификации продукции и услуг, а также права, обязанности и ответственность участников сертификации.

Накопленный со временем отечественный опыт сертификации продукции, а также опыт других стран, показал избыточность обязательной сертификации продукции, в том числе машиностроения. Об этом неоднократно говорил в своих обращениях к Федеральному собранию Президент России Путин Владимир Владимирович.

Реформа технического регулирования, проводимая в Российской Федерации, высветила задачу необходимости выбора наиболее эффективной модели технического регулирования. Анализ существующих экономических систем показал, что в мире можно выделить три основные экономические концепции и соответственно три модели тех-



нического моделирования. Они действуют в США, Японии и странах Европейского союза. Первые две модели изначально предполагают наличие определенных торговых барьеров. Современная концепция Европейского союза (ЕС) представляет собой либеральную модель межгосударственной торговли, направленную на снятие торговых барьеров. Согласно Римскому договору 1957 г., важнейшими целями формирования европейского сообщества являются устранение торговых барьеров на общем европейском рынке, содействие конкуренции, разработка и реализация единой торговой политики. Соглашение о принятии единых технических предписаний для колесных транспортных средств, предметов оборудования и частей, которые могут быть установлены и/или использованы на колесных транспортных средствах, и об условиях взаимного признания официальных утверждений (Женевское Совещание 1958 г.) было заключено 20 марта 1958 г. С 1985-го по 1992 г. были разработаны механизмы по созданию общего европейского рынка. В настоящее время существует четкий подход к техническому регулированию, который определяет согласованную основу, т.е. законы, европейские директивы и решения, в комплексе содействующие конкуренции, инновациям в производстве продукции и свободному перемещению ее по территории ЕС и, в то же время, обеспечивающие охрану здоровья, безопасность и экологию в соответствии с требованиями граждан Евросоюза.

В настоящее время техническое законодательство ЕС представлено тремя видами директив: общими, старого подхода, нового и глобального подходов.

Общие директивы (директива 2001/95/ЕС и директива об ответственности изготовителя за качество выпускаемой продукции) распространяются на всю продукцию машиностроения. Директивы старого подхода содержат конкретные требования к продукции. Директивы нового и глобального подходов устанавливают основополагающие требования к продукции. Эти директивы можно разделить на горизонтальные и вертикальные.

Горизонтальные директивы содержат основополагающие требования по конкретным рискам и распространяются на широкие группы продукции (например, директива 2004/108/ЕС регламентирует требования по электромагнитной совместимости, директива 2006/95/ЕС по безопасности регламентирует риски от воздействия электрического тока). Вертикальные директивы определяют требования, связанные с рисками по видам продукции. Концепция нового и глобального подходов отвечает основной цели создания ЕС: обеспечить

свободное перемещение продукции. Инструментами реализации этой концепции являются, с одной стороны, разработка и гармонизация основных технических требований на обязательном уровне, с другой – выполнение вышеуказанных требований под непосредственную ответственность производителя продукции с использованием **принципа презумпции соответствия**. Утверждение соответствия продукции требованиям гармонизированных стандартов директивы подтверждается документально декларацией о соответствии производителя. Допускается возможность производителю доказывать соответствие продукции другим способом, но при этом подключается нотифицированный (уполномоченный) орган по оценке соответствия.

Таким образом, главенствующим при оценке соответствия в странах ЕС является **принцип презумпции соответствия**, согласно которому изготовитель в юридически обязательной форме (в форме **декларации соответствия**) заявляет, что его продукция соответствует одному или нескольким гармонизированным стандартам. И это «заявление» действует, пока не доказано противное [3].

В соответствии с новым подходом, выражение «гармонизированный стандарт» следует понимать как документ, нормы которого соответствуют общим требованиям директивы. Перечень гармонизированных стандартов публикуется в издании ЕС – журнале *Official Journal of Europe*. С момента публикации в этом журнале ссылки на гармонизированный стандарт изготовитель имеет возможность принимать декларацию о соответствии, реализуя **принцип презумпции соответствия**.

Все директивы содержат описание необходимых процедур (модулей) оценки соответствия, которые необходимы для выпуска продукции на рынок ЕС. Перечень процедур для конкретной продукции может содержать один или несколько модулей или их модификаций. Многие процедуры оценки соответствия выполняются с участием нотифицированного органа по сертификации. Содержание процедур оценки соответствия установлено Постановлением Совета ЕС 93/465/ЕЭС.

После внедрения глобального подхода при оценке соответствия используются **шестнадцать модулей (А...Н) и их модификаций (А1...Н1)**:

**А** – внутренний контроль производства изготовителем с учетом проектирования, принимается изготовителем декларация о соответствии (*Declaration of Conformity*); **изготовитель**: приводит собственные доказательства соответствия в техническом файле; принимает декларацию о соответствии.



A1 – модификация 1 модуля А: внутренний контроль производства и контрольные испытания типа продукции; **изготовитель:** принимает декларацию о соответствии. **Нотифицированный орган:** осуществляет надзор (инспекционный контроль) за продукцией путем периодических испытаний.

A2 – модификация 2 модуля А: внутренний контроль производства и контрольные испытания типа продукции через случайные интервалы времени; **изготовитель:** принимает декларацию о соответствии. **Нотифицированный орган:** осуществляет надзор (инспекционный контроль) за продукцией путем периодических испытаний.

**В** – исследование (испытание) «СЕ» типового образца (*EC-type examination certificate*); **нотифицированный орган:** анализирует техническую документацию; исследует образец продукции; выдает сертификат соответствия типа.

**С** – соответствие типа на основе внутреннего контроля производства (*EC Declaration of Conformity to type*); *следует после выполнения модуля В*, **изготовитель:** принимает декларацию о соответствии.

C1 – соответствие типа на основе внутреннего контроля производства и контрольных испытаний продукции; **изготовитель:** принимает декларацию о соответствии. **Нотифицированный орган:** осуществляет надзор (инспекционный контроль) за продукцией путем периодических испытаний.

C2 – соответствие типа на основе внутреннего контроля производства и контрольных проверок продукции через случайные интервалы времени; **изготовитель:** принимает декларацию о соответствии. **Нотифицированный орган:** осуществляет надзор (инспекционный контроль) за продукцией путем периодических испытаний.

**D** – соответствие типа на основе обеспечения качества производственного процесса (*Conformity to type based on quality assurance of the production process*); *следует после выполнения модуля В*, **нотифицированный орган:** оценивает систему менеджмента качества. **Изготовитель:** принимает декларацию о соответствии. **Нотифицированный орган:** осуществляет надзор за системой менеджмента качества.

D1 – обеспечение качества производственного процесса. **Нотифицированный орган:** оценивает систему менеджмента качества.

**Изготовитель:** принимает декларацию о соответствии продукции. **Нотифицированный орган:** осуществляет надзор за системой менеджмента качества путем проведения периодических аудитов.

**E** – соответствие типа на основе обеспечения качества продукции (*Conformity to type based on pro-*

*duct quality assurance*); *следует после выполнения модуля В*, **нотифицированный орган:** оценивает систему менеджмента качества. **Изготовитель:** принимает декларацию о соответствии. **Нотифицированный орган:** осуществляет надзор за системой менеджмента качества.

E1 – обеспечение выходного контроля продукции и испытаний. **Нотифицированный орган:** оценивает систему менеджмента качества. **Изготовитель:** принимает декларацию о соответствии продукции. **Нотифицированный орган:** осуществляет надзор за системой менеджмента качества путем проведения периодических аудитов.

**F** – соответствие типа на основе верификации продукции (*Conformity to type based on product verification*); *следует после выполнения модуля В*, **нотифицированный орган:** осуществляет контроль партий выпускаемой продукции; выдает сертификаты соответствия на проверенные партии. **Изготовитель:** принимает декларацию о соответствии.

F1 – соответствие на основе верификации продукции. **Нотифицированный орган:** осуществляет контроль и испытания каждого изделия; выдает сертификат соответствия на партию проверенных изделий. **Изготовитель:** принимает декларацию о соответствии продукции.

**G** – соответствие на основе верификации единицы продукции (*Conformity based on unit verification*); **нотифицированный орган:** проводит испытания каждого изделия; выдает сертификаты соответствия на проверенные изделия. **Изготовитель:** принимает декларацию о соответствии.

**H** – соответствие на основе полного обеспечения качества (*Conformity based on full quality assurance*); **нотифицированный орган:** оценивает систему менеджмента качества на стадиях проектирования и производства, контроля и испытаний. **Изготовитель:** принимает декларацию о соответствии. **Нотифицированный орган:** осуществляет надзор за системой менеджмента качества.

H1 – соответствие на основе полного обеспечения качества и контроля проектирования; **нотифицированный орган:** оценивает систему менеджмента качества на стадиях проектирования и производства; выдает сертификат соответствия на проект. **Изготовитель:** принимает декларацию о соответствии. **Нотифицированный орган:** осуществляет надзор за системой менеджмента качества.

Продукция должна маркироваться знаком СЕ, если она подпадает под действие одной или нескольких директив с того момента, когда она была впервые размещена или впервые введена в эксплуатацию на рынке ЕС. Маркировка СЕ является



единственной, удостоверяющей тот факт, что продукция соответствует директивам, основанным на принципах нового и глобального подходов.

Закон РФ «О техническом регулировании», вступивший в силу 1 июля 2003 г., положил начало реформированию нормативно-технической базы в машиностроении и других отраслях страны посредством разработки новых нормативных документов – технических регламентов, которые первоначально не предполагали включение в себя полностью или частично действующих документов: стандартов, правил промышленной безопасности и т.д. Планировалось, что весь этот материал в стандартах по техническим нормам и правилам безопасности будет переработан, включен со всеми оценками, методами испытаний и измерений в разрабатываемые технические регламенты (общие и специальные) общим числом порядка 400 документов, рассматриваемые на определенном этапе их разработки в Государственной Думе, приобретая, наконец, статус, федерального закона. Допускался вариант утверждения технического регламента постановлением Правительства РФ. При этом все государственные стандарты (в количестве около 170 000 документов) переведены в ранг добровольных стандартов. Обязательными стали только утвержденные не ниже уровня постановления правительства технические регламенты. В печати развернулась широкая дискуссия о необходимости использования существующих стандартов в качестве доказательной базы технических регламентов.

Постановлением Правительства РФ от 12.10.2005 г. был утвержден первый технический регламент РФ «О требованиях к выбросам автомобильной техникой, выпускаемой в обращение на территории Российской Федерации, вредных (загрязняющих) веществ». Особенностью этого первого технического регламента РФ было то, что он оценивал автомобильную технику не по всему комплексу параметров безопасности, а только по содержанию вредных (загрязняющих) веществ в отработавших газах в соответствии с требованиями не стандартов РФ, а европейских норм – Правил ЕЭК ООН №№ 24, 49, 83 и 96, которые используются в РФ, т.к. Россия является правопреемницей соглашения по Женевскому Совещанию 1958 г., к которому СССР присоединился в 1986 г. В соответствии с утвержденным первым техническим регламентом в РФ были внедрены требования Евро-3 по содержанию вредных веществ в отработавших газах автомобилотехники.

Федеральным законом от 01.05.2007 г. № 65-ФЗ (О внесении изменений в Федеральный закон «О техническом регулировании») были внесены первые изменения, в соответствии с которыми до-

статочным условием подтверждения требований технического регламента является соблюдение требований безопасности соответствующих стандартов, включенных в официальное приложение к техническому регламенту.

Постановлением Правительства РФ от 10.09.2009 г. № 720 утвержден технический регламент «О безопасности колесных транспортных средств», который вступил в силу 23.09.2010 г. Этот регламент касается подъемно-транспортных, строительных, дорожных, горных машин, созданных на базе автомобильных шасси и шасси полуприцепов: автокранов, экскаваторов, автоцементовозов, автобитумовозов, авторыстовозов, автобетоновозов, автогудронаторов, снегоочистителей, автобетоносмесителей, автобетононасосов, автоподъемников с рабочими платформами, машин для городского коммунального хозяйства и др. В технический регламент РФ «О безопасности колесных транспортных средств» включены были: общие положения, требования к безопасности объектов технического регулирования, оценка соответствия, государственный контроль (надзор) соблюдения требований технического регламента, переходные положения.

Постановлением Правительства РФ от 15.09.2009 г. № 753 утвержден технический регламент РФ «О безопасности машин и оборудования», который включил в себя общие положения и требования к безопасности машин и оборудования при проектировании, производстве, монтаже, эксплуатации, хранении, перевозке, утилизации; разделы по подтверждению соответствия, государственного контроля (надзора), а также переходные и заключительные положения. В указанный регламент вошли приложение 1 (основные требования к безопасности машин и оборудования) и приложение 2 (перечень схем сертификации, которые могут быть применены при проведении обязательной сертификации машин и оборудования). Указанным постановлением также утверждены перечни машин и оборудования, подлежащих обязательной сертификации для подтверждения соответствия требованиям технического регламента «О безопасности машин и оборудования», а также подлежащих декларированию соответствия требованиям вышеуказанного технического регламента.

Технический регламент РФ «О безопасности машин и оборудования» распространялся на машины и оборудование, для которых выявлены и идентифицированы виды опасности, требования к устранению или уменьшению которых установлены в приложении 1 этого регламента.

Таким образом, что касается подъемно-транспортных, строительных, дорожных, горных машин,

то технический регламент РФ «О безопасности машин и оборудования» распространялся на: одноковшовые и многоковшовые экскаваторы, бульдозеры и скреперы, машины планировочные, машины для строительства и содержания дорог, снегоочистители, катки дорожные и уплотняющие машины, оборудование для приготовления строительных смесей, машины бурильно-крановые, оборудование бурильное, сваебойное и копровое, машины строительно-отделочные, инструмент строительно-монтажный механизированный и ручной, подъемно-транспортное оборудование, дробилки, дробильно-размольное и сортировочное, машины для городского коммунального хозяйства, наземные и подземные буровые установки, самосвалы и погрузчики шахтные. Указанное оборудование подлежало обязательной сертификации. Основные комплектующие, подлежащие обязательной сертификации: гидроприводы и гидроавтоматика, пневмоприводы и пневмоавтоматика, редукторы, мотор-редукторы и т.д.

Особенностью технического регламента РФ «О безопасности машин и оборудования» являлось то, что в него были введены понятия риска и допустимого риска. Для этого при проектировании машин (оборудования) идентифицировались возможные виды опасности (излучение, взрыв, механические разрушения, электроконтакт и т.д.) на всех стадиях жизненного цикла, а расчетным, экспериментальным, экспертным путями или по данным эксплуатации машин (оборудования) оценивался риск в виде вероятности возникновения критической или нештатной ситуации. Методы оценки риска устанавливаются в национальных стандартах, сводах правил или в самом регламенте. Нормирование риска осуществлялось на предпроектном уровне при проведении научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Закон РФ № 385-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О техническом регулировании», принятый Государственной Думой 23 декабря 2009 г. и вступивший в силу 11 января 2010 г., допускает, что в перечень документов по стандартизации, применение которых на добровольной основе обеспечивает соблюдение требований технического регламента, могут быть включены международные, национальные и региональные стандарты и своды правил, а также стандарты и своды правил иностранных государств при условии регистрации их в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов.

Так в техническом комитете 267 «Строительно-дорожные машины и оборудование» с 2008 по 2018 гг. работа активно велась в соответствии с государственными контрактами с Федеральным

агентством по техническому регулированию и метрологии по стандартам, касающимся строительных, дорожных, землеройных машин и спецавтотранспортных средств. Целый ряд стандартов посвящены были системам рулевого управления колесных машин, в том числе мини-экскаваторов, и устройствам их защиты при опрокидывании и защиты от падающих предметов. Ряд стандартов посвящены полям обзора нормативной зоны оператора экскаваторов, осветительным, сигнальным, габаритным огням и светоотражателям, ремням безопасности и их креплению на землевозах, а также оборудованию и машинам для горизонтального бурения. В перечисленных документах проведен анализ действующих нормативных правовых актов, устанавливающих обязательные требования по безопасности и требования международных и признанных национальных стандартов зарубежных стран. За период с 2008 г. по 2018 г. в ТК/МТК 267 разработано свыше 80 стандартов. Аналогичной работой по гармонизации стандартов для целей технического регулирования по формированию доказательной базы технических регламентов в подъемно-транспортном, строительно-дорожном машиностроении и в спецавтотранспорте работали также технические комитеты № 58 и № 289.

С 1 января 2010 г. начал функционировать Таможенный союз (ТС) Беларуси, Казахстана и России, где со временем вступили в силу в принятой последовательности технические регламенты Таможенного союза ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования» и ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств», которые стали основными для ПТСДГМ и СТС. Особенностью указанных технических регламентов Таможенного союза стало то, что они по техническим требованиям практически идентичны национальным техническим регламентам РФ. Существенным отличием технических регламентов РФ и ТС «О безопасности колесных транспортных средств» является наличие в последнем дополнительных приложений, связанных с требованиями к ТС, находящимся в эксплуатации, требованиями в отношении отдельных изменений, внесенных в конструкцию ТС и т.д. [3].

Что касается Евросоюза, то в техническом регулировании, в частности в основном его разделе «Оценка соответствия», есть существенные отличия от Таможенного союза как в схемах оценки соответствия, так и в самом подтверждении соответствия (декларировании и сертификации). Сближение достигнуто в первой части технического регулирования – стандартизации между ЕС и теперь уже ЕАЭС (Евразийским экономическим союзом),



Трансформация экономических пространств бывшего СССР

Документ	Год начала действия				
	1991	2001	2010	2012	2015
Соглашение (договор) о создании СНГ	Содружество независимых государств (СНГ)				
Договор об учреждении Евразийского экономического сообщества		Е в р А з Э С (упразднено)			Евразийский экономический союз (ЕАЭС)
Договор о создании Таможенного союза			Таможенный союз (ТС)		
Декларация о евразийской экономической интеграции				ЕЭП	
Договор о Евразийском экономическом союзе					

который включил в себя с 1 января 2015 г. юридическую базу ТС, ЕЭП (Единого экономического пространства) и частично ЕврАзЭС (Евразийского экономического сообщества) (табл. 1). В состав ЕАЭС кроме Беларуси, Казахстана и России вошли Армения (с 2.01.2015 г.) и Киргизия (с 12.08.2015 г.).

Задачи по необходимости вышеуказанного сближения с ЕС вытекают из главной роли ЕАЭС, которую обозначил Президент России Путин Владимир Владимирович: «Мы предлагаем модель мощного наднационального объединения, способного стать одним из полюсов современного мира и при этом играть роль эффективной «связки» между Европой и динамичным Азиатско-Тихоокеанским регионом» [4]. Для решения задач вышеуказанного сближения, поставленных президентом России, необходима в первую очередь совместимость систем технического регулирования ЕАЭС и ЕС.

Предварительно необходимо четко определить, что входит в техническое регулирование и как взаимодействуют между собой его составные части. Техническое регулирование машиностроения, в том числе ПТСДГМ и СТС, содержит два больших блока: стандартизацию и оценку соответствия. Оценка соответствия в свою очередь включает в себя исследования (испытания) и декларирование или сертификацию. Последнюю пару взаимоисключающих процедур (декларирование или сертификация) называют еще подтверждением соответствия. Но идентифицировать понятия «оценка соответствия» и «подтверждение соответствия», что часто встречается в публикациях, не совсем корректно, так как подтверждение соответствия является составной частью оценки соответствия (рис. 1).

В системе технического регулирования ЕС в 1985 г. введен новый подход к стандартизации, который заключается в том, что добровольные



Рис. 1. Средства технического регулирования

стандарты, включенные в технический регламент (директиву), становятся обязательными по параметрам безопасности продукции машиностроения. При этом основными элементами нового подхода являются: определение обязательных требований, таких как: здоровье, безопасность, окружающая среда с целью гарантированной защиты потребителей, граждан; свобода выбора производителем технического решения, стандартов и других нормативных документов; **презумпция соответствия** – положение, в соответствии с которым выполнение конкретных требований технического регламента (директивы), гармонизированных стандартов считается выполнением общих технических требований технического регламента (директивы). При необходимости подтверждение предполагаемого несоответствия проверяющая организация проводит за свой счет.

Вопросы презумпции соответствия относятся как к стандартизации, так и к оценке соответствия. Оценка соответствия, ее формы и схемы определяют эффективность процедур этого важнейшего этапа технического регулирования с точки зрения **качества** выпускаемой на рынок продукции с учетом риск-ориентированного подхода.

В 1989 г. в ЕС для оценки соответствия в части испытаний и сертификации введен глобальный подход. При его внедрении узаконены следующие принципы:

1. Единая процедура оценки соответствия, заключающаяся в формировании схем оценки соответствия из разработанных модулей с учетом критериев их назначения.

2. Использование евростандартов с целью обеспечения гарантии **качества** (EM 180 9000).

3. Создание внутри государств ЕС, а затем и на уровне ЕС системы аккредитации и использования методов сравнения.

4. Содействие заключению договоров о взаимном признании результатов испытаний и сертификации.

5. Осуществление программ по минимизации существующих различий между структурами обеспечения качества в части метрологических систем, испытательных лабораторий, органов по сертификации и инспектирования, органов по аккредитации как разных государств-членов ЕС, так и разных отраслей промышленности.

Оценка соответствия, ее формы и схемы определяют эффективность процедур этого важнейшего этапа системы технического регулирования с точки зрения **качества** выпускаемой на рынок продукции с учетом риск-ориентированного подхода. Проведенный анализ и конъюнктура сложившихся рыночных отношений ориентирует нас глобально на Евросоюз [5]. Несколько программ в этом направлении были выполнены, они привели РФ к сближению с ЕС в вопросах нормативных документов и требований к продукции. А вопросы оценки соответствия в принципе остались на старых позициях. Так ЕС ушел дальше, возложив ответственность за **качество** продукции в плане безопасности на изготовителя. Конечным документом в процедуре оценки соответствия продукции в ЕС стала *декларация производителя* при узаконивании принципа **презумпции соответствия**. Сертификат «СЕ» остался разрешительным документом для внутреннего рынка. Схемы оценки соответствия, состоящие из модулей, представлены в одиночном или в спаренном сочетании оценивающими как этап проектирования, так и этап производства продукции. В итоге возникает возможность использовать шестнадцать различных сочетаний модулей и их модификаций, в зависимости от вида продукции и технологического цикла ее создания. Критерии использования той или иной схемы оценки соответствия изложены в Решении № 768/2008/ЕС Европейского парламента и Совета от 09 июля 2008 г.

В ЕАЭС при оценке соответствия подъемно-транспортных, строительных, дорожных, горных машин и спецавтотранспортных средств используются три схемы сертификации (1с, 3с и 9с) в ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудова-

ния» и шесть схем (1с, 2с, 3с, 9с, 10с, 11с) в ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств». Для некоторых машин и оборудования разрешено декларирование, которое по желанию заявителя может быть заменено на сертификацию, что в большинстве случаев и происходит для строительных и дорожных машин.

В ЕС *декларация соответствия* – документ, где производитель заявляет под свою исключительную ответственность, что указанная продукция соответствует требованиям соответствующей директивы ЕС (технического регламента в нашей терминологии). В ЕС в каждой схеме оценки соответствия, состоящей из одного или двух модулей, заложено требование к производителю по оформлению за своей подписью декларации соответствия. Необходимость оформления декларации соответствия производителя является неотъемлемой частью всех соответствующих директив ЕС. В ЕАЭС ответственность изготовителя продукции «спрятана» за орган по сертификации и испытательную лабораторию. Для оценки соответствия проектирования должны привлекаться технические комитеты ТК/МТК по соответствующим машинам и оборудованию. Последнее особенно актуально при внедрении наднациональной *нотификации (уполномочивания)* при оценке соответствия подъемно-транспортных, строительных, дорожных, горных машин и спецавтотранспортных средств. В ЕАЭС документом, подтверждающим соответствие продукции при сертификации является не декларация, а сертификат соответствия, что противоречит требованию субсидиарной ответственности между производителем продукции и нотифицированным (уполномоченным) органом по сертификации, т.е. ответственность за все риски ложится на уполномоченный орган. Поэтому необходимо, чтобы выходным документом оценки соответствия в ЕАЭС, подтверждающим соответствие продукции, должна быть декларация соответствия производителя во всех схемах оценки соответствия.

Таким образом, резюмируя все вышеизложенное, можно сказать, что главными вопросами по схемам оценки соответствия применительно к подъемно-транспортным, строительным, дорожным, горным машинам и спецавтотранспортным средствам являются:

- внедрение статуса исключительной ответственности изготовителя за соответствие изготовленной продукции требованиям соответствующего технического регламента;
- оценка соответствия должна равноценно распространяться как на этап изготовления продукции, так и на этап проектирования;



- во всех схемах оценки соответствия продукции документом, подтверждающим соответствие продукции требованиям соответствующего технического регламента должна быть декларация соответствия производителя;

- во всех случаях оценки соответствия продукции у производителя должна быть возможность выбора той или иной схемы оценки соответствия;

- возможность комплектовать структуру схемы оценки соответствия продукции как из одного составляющего, так и из нескольких составляющих модулей [6].

К настоящему времени, как было отмечено выше, выполнено несколько международных программ, которые привели к сближению ЕС и РФ в вопросах гармонизации нормативной документации и технических требований к продукции, в том числе машиностроительной. Вопросы оценки соответствия при работе с техническим регламентом ТР ТС 010/2011 остались на уровне начального этапа перехода к евразийской структуре взаимоотношений в оценке соответствия. Значительно лучше обстоит дело при работе с техническим регламентом ТР ТС 018/2011, так как Россия является преемницей СССР, который в 1986 г. присоединился к Соглашению по Женевскому совещанию 1958 г. по разработке и использованию международных нормативных документов – Правил ООН по единообразным предписаниям, касающимся официального утверждения транспортных средств в отношении их свойств или свойств их компонентов [7]. Однако здесь еще тоже наблюдаются существенные различия в плане технических требований к спецавтотранспорту. Это в первую очередь относится к мощным автомобильным кранам и другой тяжелой технике, которая передвигается по дорогам общего пользования по специальным разрешениям и в сопровождении машин дорожно-патрульной службы.

В заключение следует отметить, что одобрение типа транспортного средства, которое является фактически обобщенным сертификатом, включающим в себя в качестве доказательной базы сообщения, сертификаты, декларации соответствия на отдельные компоненты и свойства транспортного средства, нигде в типовых схемах оценки соответствия не упоминается.

## Выводы

1. Главным вопросом формирования системы технического регулирования и как следствие **системы управления качеством** продукции является оценка соответствия продукции машиностроения, включающая этапы исследования (испытания) и подтверждения соответствия.

2. У изготовителя продукции машиностроения должна быть возможность выбора той или иной модульной схемы оценки соответствия продукции требованиям того и/или иного технического регламента.

3. Необходимо внедрение статуса *исключительной ответственности производителя* продукции машиностроения за соответствие изготовленной продукции требованиям соответствующего технического регламента с внедрением *принципа презумпции соответствия*.

4. Во всех схемах оценки соответствия продукции машиностроения основным документом, подтверждающим соответствие продукции требованиям соответствующего технического регламента должна быть *декларация соответствия производителя*.

5. В качестве уполномоченного органа по оценке соответствия продукции машиностроения, в том числе ПТСДГМ и СТС, должен выступать профильный *технический комитет по стандартизации*, который зачастую является аккредитованным органом по сертификации.

## Литература

1. Азаров В.Н., Бойцов Б.В., Майборода В.П. Вызовы эпохи цифровой революции: интегрированные системы менеджмента цифрового предприятия // Научные труды Академии проблем качества «Качество и жизнь». – 2018. – С. 12–24.

2. Межгосударственный стандарт ГОСТ 15467-79. Управление качеством продукции. Основные понятия. Термины и определения (с Изменением № 1 и изд. 12.09.2018 г.). – М.: Стандартиформ. – 21 с.

3. Котельников В.С., Плавельский Е.П. Вопросы технического регулирования подъемно-транспортных, строительных, дорожных, горных машин и спецавтотранспортных средств // Научные труды Академии проблем качества «Качество и жизнь». – 2018. – С. 115–120.

4. Плавельский Е.П., Никульников Э.Н., Плавельский А.Е. Решение проблем исследования и подтверждения соответствия колесных машин с высоким центром масс и подвижным грузом // Автомобильная промышленность. – 2009. – № 7. – С. 9–11.

5. Ханету А. Обзор лучшей практики Евросоюза и других стран в области технического регулирования. – М.: ТЕИС, 2005. – 88 с.

6. Техническое регулирование: учебник / Под ред. В.С. Версана, Г.И. Элькина. – М.: Экономика, 2008. – 678 с.

7. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств» (ТР ТС 018/2011).



## Role of Technical Regulation in Product Quality Control of Mechanical Engineering

**E.P. Plavelsky**, *doctor of technical sciences, professor of National research university «Moscow State Construction University», Central scientific test site of the construction and road machines; Moscow region*

*e-mail: eplavelsky@gmail.com*

**Summary.** Safety indicators are defining indicators of the quality of engineering products. Therefore, technical regulation (standardization and conformity assessment) of engineering products is the main tool for quality assurance in the conditions of the Eurasian Economic Union (EAEU), which is implemented through technical regulations of engineering products. The formation of technical regulation proceeded through the development and implementation of technical regulations, first in the Russian Federation, then the development and implementation of regulations in the Customs Union (CU), then the introduction of technical regulations of the CU and the development and implementation of new technical regulations in the EAEU. Analysis of the existing technical regulation systems showed the preference for the Russian Federation of a modern EU concept with the introduction of a new and global approach. At the same time, the tools for implementing this concept are the development and harmonization of basic technical requirements at a mandatory level, on the one hand, and the fulfillment of the above requirements under the exclusive responsibility of the manufacturer of products through the declaration of conformity with

the implementation of the principle of presumption of conformity of engineering products, on the other.

**Keywords:** products of mechanical engineering, technical regulation, new approach, global approach, liability of the producer, safety of products, compliance presumption.

### References:

1. Azarov V.N., Boytsov B.V., Mayboroda V.P. Calls of an era of digital revolution: the integrated systems of management of the digital enterprise. *Scientific works of Academy of problems of quality «Quality and life»*. 2018. pp. 12–24.
2. Interstate standard 15467-79. Product quality control. Basic concepts. Terms and definitions. Moscow, Standartinform. 21 p.
3. Kotelnikov V.S., Plavelsky E.P. Questions of technical regulation of hoisting-and-transport, construction, road, mining machines and special vehicles. *Scientific works of Academy of problems of quality «Quality and life»*. 2018. pp. 115–120.
4. Plavelsky E.P., Nikulnikov E.N., Plavelsky A.E. The solution of problems of a research and confirmation of compliance of wheel cars with the high center of masses and mobile freight. *Automotive industry*. 2009, No. 7. pp. 9–11.
5. Hanetu A. The review of the best practice of the European Union and other countries in the field of technical regulation. TEIS. Moscow, 2005. 88 p.
6. Versan V.S., Elkin G.I. Technical regulation: Textbook. CJSC *Ekonomika Publishing House*. Moscow, 2008. 678 p.
7. Technical regulations of the Customs union «About safety of wheel vehicles» (TR CU 018/2011).

# Современные методы улучшения качества проектирования специальной технологической оснастки для испытаний сборочно-защитного блока научно-энергетического модуля

DOI: 10.34214/2312-5209-2019-22-2-44-53



### Р.С. Загидуллин

*инженер-конструктор испытательного центра АО «Ракетно-космический центр «Прогресс»; г. Самара*



### П.В. Баринев

*студент магистратуры института авиационной техники Самарского национального исследовательского университета им. академика С.П. Королева; г. Самара*



### В.А. Буркова

студент  
магистратуры  
института  
авиационной  
техники Самарского  
национального  
исследовательского  
университета  
им. академика  
С.П. Королева;  
г. Самара



### С.В. Глушков

студент  
магистратуры  
института  
авиационной  
техники Самарского  
национального  
исследовательского  
университета  
им. академика  
С.П. Королева;  
г. Самара



### Т.А. Митрошкина

аспирант кафедры  
Производства лета-  
тельных аппаратов и  
управления качеством  
в машиностроении  
Самарского националь-  
ного исследовательского  
университета  
им. академика  
С.П. Королева;  
г. Самара. e-mail:  
t.mitroshkina@gmail.com

**Аннотация.** Применение современных методов и подходов, таких как *QFD*, *FMEA*, робастное проектирование, в совокупности с программными системами КОМПАС-3D и ANSYS, дает возможность моделирования и проведения расчетов испытаний на виртуальной модели, что позволяет организации встать на путь конкурентоспособного предприятия, способного производить и проводить испытания продукции, отвечающей требованиям и ожиданиям потребителей, и минимизировать издержки еще на этапе проектирования и разработки. В статье рассмотрены подходы к улучшению качества проектирования и производства на основе современных методов планирования качества и анализа рисков *QFD* и *FMEA* с применением 3D-моделирования и расчетов в системе ANSYS на примере проектирования специальной технологической оснастки для реализации испытания сборочно-защитного блока научно-энергетического модуля для российского сегмента Международной космической станции имитацией воздействия аэродинамических нагрузок.

**Ключевые слова:** проектирование, испытание, прочность, жесткость, качество, анализ, предупреждение риска, *QFD*, *FMEA*.

## 1. Введение

В настоящее время на международном рынке ракетно-космической промышленности наблюдается высокий уровень конкурентной борьбы за увеличение объема продаж космических аппаратов и коммерческих пусковых услуг. Чтобы сохранить лидирующее положение на мировом «космическом

рынке», отечественным предприятиям-производителям остро необходимо повышение качества и надежности ракетно-космической техники.

Качество ракетно-космической техники во многом определяется качеством технологических процессов сборки и испытаний. Но каждый летательный аппарат не может быть испытан запуском, поэтому высокая степень надежности ракетно-космической техники обеспечивается системой имитационных испытаний на специально спроектированных испытательных стендах с помощью специальной технологической оснастки. В связи с этим особое значение приобретает качество процесса проектирования испытательных стендов и применяемой технологической оснастки.

Для повышения качества проектируемого изделия необходимо осуществлять планомерную деятельность по обеспечению качества на всех этапах цикла проектирования, основываясь на современных научных методах и достижениях, например, использовать новейшие методы робастного проектирования и управления качеством:

- *QFD* (развертывание функции качества) – методология структурированной и систематической модернизации желаний и требований потребителя в характеристики качества продукции, процесса, услуги [1, 6];

- *FMEA* (анализ видов и последствий потенциальных несоответствий) – применяется как предупреждающая мера для системного обнаружения причин возможных последствий, а также для планирования корректирующих действий [1, 2].

## 2. Объект исследования

Объектом настоящего исследования является процесс проектирования специальной технологической оснастки для реализации испытания имитацией воздействия аэродинамических нагрузок. Цель испытаний – сравнение экспериментальных данных по напряжениям и перемещениям с расчетными, определение несущей способности

и подтверждение местной прочности силовых узлов конструкции. При осмотре конструкции объекта после испытаний выявляются разрушения, трещины и другие изменения конструкции.

Объектом испытаний в данном исследовании выбран сборочно-защитный блок научно-энергетического модуля для российского сегмента Международной космической станции. Общий вид сборочно-защитного блока представлен на *рис. 1*.

Конструкция сборочно-защитного блока представляет собой сборно-клепаную конструкцию, состоящую из листовых обшивок и продольно-силового набора стрингеров и шпангоутов. Испытания имитацией аэродинамических нагрузок сборочно-защитного блока проводятся на базе экспериментальной площадки испытательного центра АО РКЦ «Прогресс».

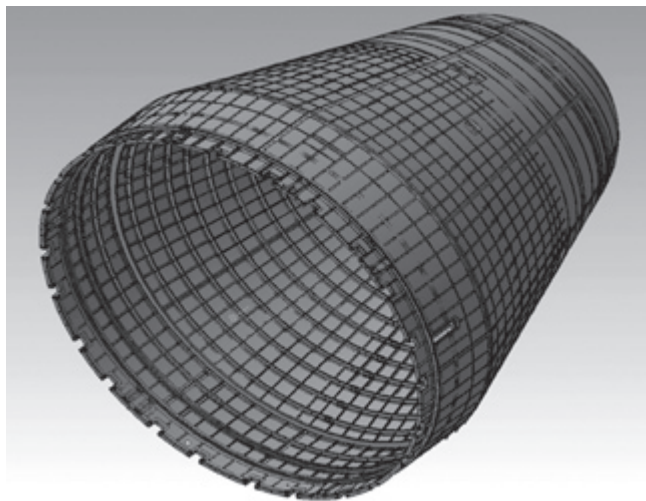
К испытательной оснастке предъявляются следующие требования, сформулированные в техническом задании на проектирование специальной технологической оснастки:

1. Прочность конструкции – испытательная оснастка должна обеспечить надежное сопротивление разрушению под действием приложенных нагрузок.

2. Жесткость конструкции – оснастка не должна допускать перемещений относительно объекта испытаний под действием приложенных нагрузок.

3. Передача давления имитацией аэродинамических нагрузок с помощью эластичных герметичных мешков на поверхность объекта испытаний без искажения из-за собственной жесткости.

4. Обеспечение доступа для обслуживающего персонала в зону установки датчиков перемещений и подключения датчиков тензометрии с учетом габаритов испытательной оснастки и объекта испытаний.



**Рис. 1. Сборочно-защитный блок научно-энергетического модуля**

5. Для транспортировки и сборки испытательная оснастка должна содержать в конструкции быстросъемные узлы крепления.

6. Конструкция испытательной оснастки должна обладать оптимальными технологическими свойствами, определяющими ее приспособленность к условиям выполнения работы, достижению оптимальных затрат на производстве и техническом обслуживании.

7. Эргономичность конструкции.

Реализацию испытаний воздействием аэродинамических нагрузок проводят путем имитации с помощью эластичных герметичных мешков, размещенных в ячейках проектируемой испытательной оснастки.

### 3. Применение метода QFD для выявления основных требований и параметров

Метод QFD позволяет преобразовать «голос» потребителя в технические характеристики и количественные параметры продукции, а также найти пути достижения качества продукции в конкретных элементах производственного процесса. Применение метода QFD в значительной степени позволяет сократить цикл разработки изделий и подготовки к производству, дает возможность в несколько раз снизить расходы на подготовку и производство продукции за счет сокращения числа доработок. Основным инструментом QFD является особый вид матричной диаграммы – «дом качества» (*House of Quality*), названной так из-за своего графического представления [1, 6].

С применением метода QFD выявлены характеристики, в наибольшей степени определяющие качество оснастки. На *рис. 2* представлена основная матрица дома качества QFD для специальной технологической оснастки.

В результате проведения данного этапа QFD выявлены наиболее важные характеристики конструкции специальной технологической оснастки, в наибольшей степени влияющие на прочность и жесткость конструкции, а также на выполнение других требований технического задания: материал оснастки (относительный приоритет составляет 17,8 %), толщина ребер и листов обшивки (значения относительного приоритета составляет по 17,0 %).

При проведении следующих уровней QFD выявлены наиболее важные характеристики (конструктивное исполнение эластичных гермомешков, выбор оптимального исполнения сборки оснастки – сборно-сварная конструкция, физико-механические свойства материала оснастки) и параметры процесса производства (минимизация ресурсоемкости процесса изготовления).



Row	Max Relationship Value In Row	Relative Weight	Weight/Importance	Quality Characteristics (a.k.a. Functional Requirements or «Hows»)	Column #	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					Direction of Improvement: Minimize, Maximized or Target	×	×	×	×	×	▲	▲	▲	×	×
				Demanded Quality (a.k.a. Customer Requirements or «Whats»)		Материал оснастки	Толщина листов обшивки	Толщина ребер для «Каркаса» и «Кольца-переходника»	Оптимальные значения зазоров	Тип и параметры сварных соединений	Воспроизведение контура объекта испытания	Полное совпадение расположения ячеек приложении давления	Обеспечение прочности элементов крепления	Способ крепления при транспортировке и сборке	Применение стандартных и унифицированных деталей
1	9	19,2	10	Прочность конструкции	○	○	○	▲	○				○		
2	9	19,2	10	Жесткость конструкции	○	○	○	▲	○				○		
3	3	17,3	9	Передача давления гермомешками без искажения из-за собственной жесткости	▲						○				
4	3	15,4	8	Обеспечение доступа в зону установки и подключения датчиков					○						
5	9	13,5	7	Быстросъемные узлы крепления для транспортировки и сборки									○	○	
6	9	9,6	5	Оптимальные технологические свойства	○	○	○	○	○	○	○	○	▲	▲	○
7	9	5,8	3	Эргономичность конструкции										○	▲
8															
9															
10															
Target or Limit Value						Сталь 20 ГОСТ 050-88	Сталь 20 ГОСТ 050-88 Толщина обшивки листов 3 мм	4 мм для «Каркаса», 8 – для «Кольца-переходника»	100,00%	Сварка ГОСТ 14771-76-Н1, шов прерыв. С цепным располож.	100,00%		100,00%	3 рым-болта с шагом 90 градусов	100,00%
Difficulty (0 = Easy to Accomplish, 10 = Extremely Difficult)						2	8	8	10	9	10	10	10	3	6
Max Relationship Value In Column						9	9	9	9	9	3	3	9	9	9
Weight / Importance						392,3	375,0	375,0	171,2	259,6	80,8	28,8	246,2	182,7	92,3
Relative Weight						17,8	17	17	7,8	11,8	3,7	1,3	11,2	8,3	4,2

Рис. 2. Дом качества QFD для конструкции специальной технологической оснастки

Для обеспечения качества проектирования проведен дополнительный анализ QFD, на котором рассмотрены параметры, обеспечивающие качество проектирования технологической оснастки. Основная матрица дома качества QFD для проектирования специальной технологической оснастки представлена на рис. 3.

В результате проведенного QFD выявлены ключевые параметры процесса проектирования специальной технологической оснастки:

- 1) проведение расчетов в системе ANSYS (38,2 %);
- 2) использование геометрии 3D-моделей в задачах технологической подготовки производства (33,6 %).

Проведение виртуальных испытаний имитацией воздействия аэродинамических нагрузок в программной системе конечно-элементного анализа ANSYS и использование геометрии 3D-моделей в задачах технологической подготовки произ-

Row #	Max Relationship Value In Row	Relative Weight	Weight/Importance	D demanded Quality (a.k.a. «Whats»)	Column #			
					1	2	3	4
Direction of Impruvement: Minimize, Maximized or Target					×	×	×	×
Quality Characteristics (a.k.a. «Hows»)					Авторский контроль «отдела-разработчика» и наблюдение сотрудников БТК	Использование геометрии 3D моделей (Компас-3D)	Проведение расчетов в ANSYS	Организация и контроль процесса проектирования
1	9	17,8	392,3	Материал оснастки	▲		○	○
2	9	17	375	Толщина листов обшивки	○	○	○	
3	9	17	375	Толщина ребер для «Каркаса» и «Кольца-переходника»	○	○	○	
4	3	7,8	171,2	Оптимальные значения зазоров	○	▲		▲
5	3	11,8	259,6	Тип и параметры сварных соединений	○	○	○	○
6	3	3,7	80,8	Воспроизведение контура объекта испытания	○		▲	▲
7	9	1,3	28,8	Полное совпадение расположения ячеек приложения давления	○	○		▲
8	9	11,2	246,2	Обеспечение прочности элементов крепления	▲	○	○	
9	9	8,3	182,7	Способ крепления при транспортировке и сборке	▲	○	○	
10	9	4,2	92,3	Применение стандартных и унифицированных деталей				○
11								
12								
13								
14								
15								
Target or Limit Value					Методика подготовки и производства	Методика проектирования	Методика проектирования	Методика проектирования
Difficulty (0 = Easy to Accomplish, 10 = Extremely Difficult)					10	7	6	10
Max Relationship Value In Column					9	3	9	9
Weight / Importance					212,9	419,5	476,4	139,2
Relative Weight					17,1	33,6	38,2	11,2

Рис. 3. Дом качества QFD четвертого уровня для проектирования специальной технологической оснастки

водства позволят резко сократить число ошибок анализа конструкторских решений и, соответственно, повысить качество процесса изготовления и сборки оснастки.

На основе технического бенчмаркинга, расчетов в ANSYS и использования геометрии 3D-моделей в задачах технологической подготовки производства выбраны целевые значения харак-

теристик конструкции специальной технологической оснастки. В том числе выбран материал – сталь 20 ГОСТ 1050-88; толщина листов обшивки 3 мм, толщина ребер 4 мм для каркаса, 8 мм для кольца-переходника. Выбранные целевые значения характеристик обеспечивают необходимую прочность и жесткость конструкции, использование недорогого и доступного материала на произ-



водстве позволит сократить время, необходимое на изготовление оснастки и снизит стоимость ее производства. Результаты расчетов прочности конструкции с установленными характеристиками приведены в разделе 5.

#### 4. Анализ видов и потенциальных несоответствий конструкции оснастки

Анализ видов и последствий потенциальных несоответствий конструкции (*DFMEA*) – метод, целью которого является улучшение конструкции на основе анализа потенциальных несоответствий с количественным анализом последствий и причин несоответствий [1, 2].

Проведен анализ *FMEA* для конструкции специальной технологической оснастки, применяемой для реализации испытания имитацией воздействия аэродинамических нагрузок, в результате которого определены действия по предупреждению и снижению рисков. Протокол *DFMEA* специальной технологической оснастки представлен в *табл. 1*.

Рассмотрены потенциальные несоответствия конструкции:

- не обеспечена необходимая прочность конструкции,
- жесткость материала и конструктивное исполнение эластичных гермомешков искажает давление,
- недостаточное количество быстросъемных узлов крепления,
- схема взаимного расположения элементов крепления не обеспечивает достаточно надежную и безопасную транспортировку, а также другие, способные привести не только к некорректным результатам испытания, но и к повреждению оснастки.

Проведен анализ причин потенциальных несоответствий и разработаны корректирующие и предупреждающие действия, необходимые для снижения рисков. Внедрение корректирующих и предупреждающих действий приводит к снижению баллов возникновения и обнаружения, а также уменьшению значения показателя приоритетного числа риска (ПЧР) относительно первоначального значения.

Проведение конечно-элементного анализа конструкции с *ANSYS* с использованием геометрии 3D-моделей и введение этих расчетов в практику позволяют снизить баллы возникновения «О» и обнаружения «D» и, как следствие, значения приоритетного числа риска (ПЧР) для следующих потенциальных несоответствий:

- недостаточное количество быстросъемных узлов крепления / схема взаимного расположения элементов крепления не обеспечивает достаточно

надежную транспортировку – с 288 до 72 баллов;

- не обеспечена необходимая прочность конструкции / не обеспечена необходимая жесткость конструкции – с 240 до 80 баллов.

Применение выбранных по результатам моделирования в *ANSYS* с использованием геометрии 3D-моделей оптимального конструктивного исполнения и материала эластичных гермомешков позволяет снизить приоритетное число риска для потенциального несоответствия «жесткость материала и конструктивное исполнение эластичных гермомешков искажает нагрузку» с 280 до 56 баллов.

Применение метода *FMEA* в процессе проектирования и изготовления специальной технологической оснастки предоставляет возможности для повышения качества оснастки и всего процесса проектирования и испытания сборочно-защитного блока научно-энергетического модуля для Международной космической станции, вместе с этим метод способствует экономии финансовых и трудовых затрат на дальнейших стадиях жизненного цикла продукции, необходимых для проведения мероприятий по устранению несоответствий. Результаты проведения анализа *DFMEA* в дальнейшем учитываются при проектировании технологической оснастки.

#### 5. Проектирование оснастки и статический прочностной анализ в программной системе конечно-элементного анализа *ANSYS*

С учетом требований, заложенных в техническом задании на проектирование специальной технологической оснастки для испытания, и результатов анализа методами *QFD* и *FMEA* спроектирована технологическая оснастка, представленная на *рис. 4*.

Технологическая оснастка состоит из опорной оснастки, кольца-переходника и каркаса. Установ-

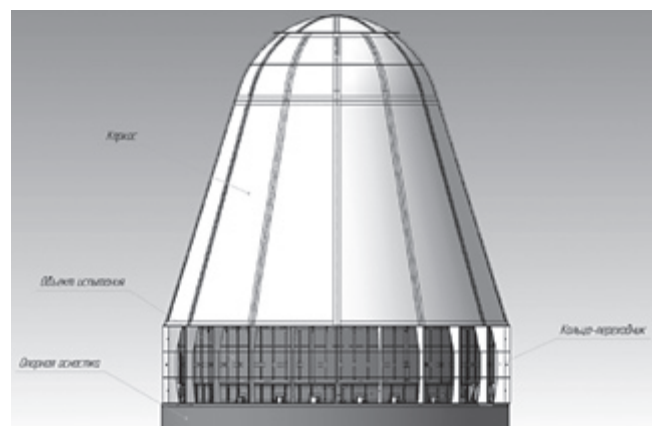


Рис. 4. Сборка специальной технологической оснастки с объектом испытания



Таблица 1.

**DFMEA-анализ конструкции специальной технологической оснастки для реализации испытаний имитацией воздействия аэродинамических нагрузок**

Изделие / Функция	Требования	Вид потенциального несоответствия	Последствие потенциального несоответствия	Серьезность (S)	Текущее проектирование					Результаты действий							
					Потенциальная причина несоответствия	Меры по предотвращению	Возникновение (O)	Меры по обнаружению (D)	Обнаружение (D)	Рекомендуемое действие	Предпринятые действия	S	O	D			
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	
Специальная технологическая оснастка для реализации испытаний имитацией воздействия аэродинамических нагрузок	1. Прочность конструкции – испытательная оснастка должна обеспечить надежное соприкосновение разрушению под действием приложенных нагрузок	Не обеспечена необходимая прочность конструкции	Повреждение или разрушение оснастки и объекта при проведении испытаний	10	Некорректно выбрана толщина каркасных перегородок и обшивки конструкции оснастки на основе анализа воздействия нагрузок	Инженерный анализ поведения конструкции после приложенных нагрузок в ANSYS	6	Организация и контроль процесса проектирования	4	240	Провести конечный элементный анализ конструкции в ANSYS с использованием тировки гоштин листов обшивки и каркасных перегородок	10	4	2	80		
3. Передача давления имитацией аэродинамических нагрузок с помощью эластичных герметичных мешков на поверхность объекта испытаний без искажения из-за собственной жесткости	4. Обеспечение доступа для обслуживающего персонала в зону установки датчиков перемищений и подключения датчиков тензомерии с учетом габаритов испытательной оснастки и объекта испытаний	Жесткость материала и конструктивное исполнение эластичных гермомешков оказывает давление	Некорректные результаты испытаний	7	Некорректный анализ процесса испытаний	-	10	Организация и контроль процесса проектирования	4	280	Провести конечный элементный анализ конструкции в ANSYS с использованием геометрии 3D моделей	7	4	2	56		



Окончание таблицы 1.  
**DFMEA-анализ конструкции специальной технологической оснастки для реализации испытаний имитацией воздействия аэродинамических нагрузок**

Издие / Функция	Требования	Вид потенциального несоответствия	Последствие потенциального несоответствия	Серьезность (S)	Потенциальная причина несоответствия	Текущее проектирование					Результаты действий					
						Меры по предотвращению	Меры по обнаружению (O)	Меры по обнаружению (D)	Обнаружение (D)	ПЦР	Рекомендуемое действие	Предпринятые действия	S	O	D	
1	2	3	4	5	7	8	9	10	11	12	13	15	16	17	18	19
5. Для транспортировки и сборки испытательная система должна выдерживать в конструкции быстроразъемные узлы крепления	Недостаточное количество быстроразъемных узлов крепления	Повреждение или разрушение оснастки при сборке или транспортировке	9	Некорректный расчет количества элементов крепления	Инженерный анализ поведения конструкции в ANSYS	8	8	Организация и контроль процесса проектирования	4	288	Провести конечный элементный анализ конструкции в ANSYS с использованием геометрии проведенного инженерного анализа в ANSYS	9	4	2	72	
6. Конструкция испытательной оснастки должна обладать оптимальными технологическими свойствами, определяющими ее приспособленность к условиям выполнения работ, достижения оптимальных затрат на производстве и техническом обслуживании	Недостаточная технологичность конструкции	Излишние потери на этапах технологической подготовки и производства	3	Не используются современные методы при проектировании конструкции	-	10	Организация и контроль процесса проектирования	4	120	Применить метод QFD для совершенствования конструкции и технологического процесса изготовления оснастки	1. Создана межфункциональная команда для внедрения робастных методов проектирования. 2. Методика проектирования специальной оснастки дополнена применением метода QFD. 3. Запланировано обучение по методу Taguchi	3	4	5	60	
7. Эргономичность конструкции	Не учтены требования по эргономичности	Неудобства при проведении испытаний	2	Некорректный анализ процессов подготовки и проведения испытаний	-	10	Организация и контроль процесса проектирования	4	80	Проводить с испытателями совместный анализ процессов подготовки и проведения испытаний для обеспечения эргономичности конструкции	На каждом этапе проектирования оснастки введено согласование с испытателями	2	4	5	40	

ку и фиксацию объекта испытания производят на опорной оснастке. Далее производится установка и крепление кольца-переходника и каркаса. Перед установкой каркаса на кольцо-переходник в ячейках каркаса размещают эластичные герметичные мешки для имитации воздействия аэродинамических нагрузок на объект испытания.

Каркас представляет собой сборно-сварную конструкцию, состоящую из листовых обшивок, подкрепленных на продольно-поперечных ребрах и полках. Общий вид каркаса показан на рис. 5.

Расчеты на прочность и жесткость конструкции оснастки произведен в программной системе конечно-элементного анализа ANSYS [3].

Конечно-элементный анализ конструкции проводился с целью определения уровня механических напряжений (для оценки прочности), возникающих в ее элементах, а также перемещения точек оснастки (для оценки жесткости). Модель оснастки закреплялась в соответствии с принятой схемой монтажа, а в качестве внешних нагрузок рассматривались гравитационные силы и давление, передаваемое на листы обшивки от эластичных мешков. Оценка прочности проводилась путем вычисления коэффициентов запасов прочности как отношение уровня действующих эквивалентных напряжений к допускаемым напряжениям (пределу текучести для материала элемента конструкции).

Результаты расчетов запаса прочности изображены на рис. 6. Минимальное значение коэффициента запаса прочности составило 2,025, а максимальное – 15. Требуемый коэффициент запаса прочности конструкции, заложенный в техни-

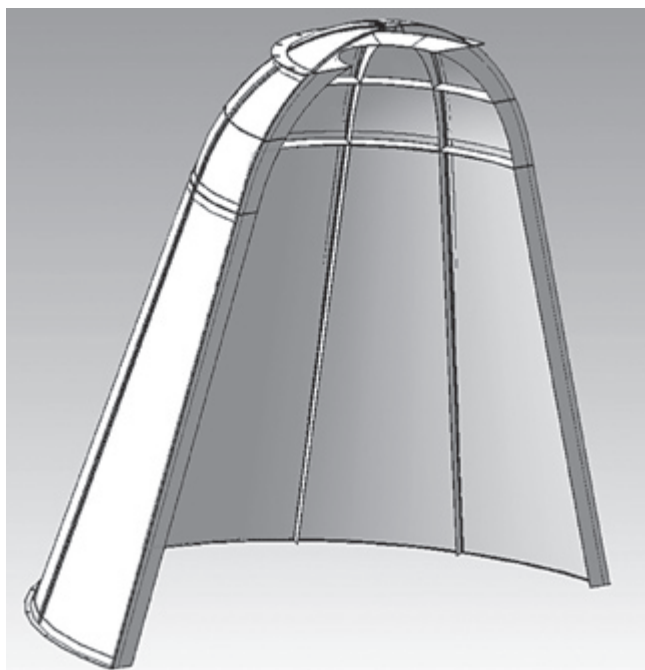


Рис. 5. Каркас

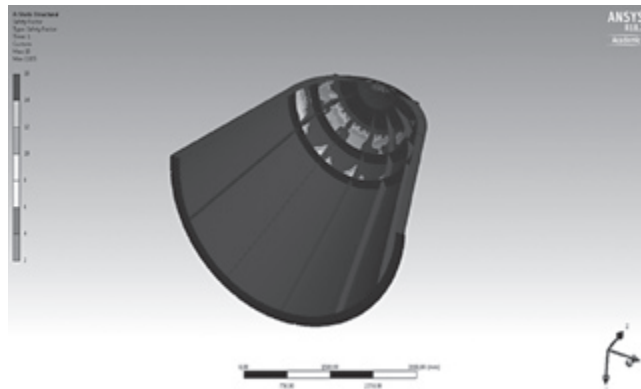


Рис. 6. Распределение коэффициентов запаса прочности каркаса

ческом задании на проектирование специальной технологической оснастки, равен 2. Расчетный коэффициент запаса прочности не ниже требуемого, следовательно конструкция соответствует заданным требованиям надежности в реальных условиях эксплуатации.

### Выводы

Для проектирования специальной технологической оснастки, предназначенной для испытания имитацией воздействия аэродинамических нагрузок, показана возможность и необходимость применения таких методов и подходов, как *QFD* и *FMEA* в совокупности с использованием программных систем проектирования (например, КОМПАС-3D) и инженерного анализа (например, ANSYS) для достижения конкурентоспособности предприятия с помощью решения задач по идентификации качества на различных этапах проектирования и производства продукции. Следует отметить, что особенностью применения методов является возможность существенно повысить достоверность и устойчивость результатов к погрешностям исходных данных на этапе проектирования, выявление и устранение рисков или снижение их влияния, а также причин потенциальных несоответствий.

Основным направлением дальнейшего использования предполагаемых результатов является разработка рекомендаций и предложений по их использованию в уже реализуемых инновационных проектах, совершенствование дальнейших процессов проектирования изделий ракетно-космической техники с применением методов *QFD* и *FMEA* в совокупности с программами КОМПАС-3D и ANSYS [4, 5].

### Литература

1. Дмитриев А.Я., Митрошкина Т.А., Вашук Ю.А. Робастное проектирование и технологическая подготовка производства изделий авиационной техники – Самара : СГАУ, 2016. – 76 с.





2. Вашуков Ю.А., Дмитриев А.Я., Митрошкина Т.А. Анализ видов, последствий и причин потенциальных несоответствий (FMEA) – Самара : СГАУ, 2008. – 31 с.

3. Федорова Н.Н. и др. Основы работы в ANSYS 17 – М.: ДМК Пресс, 2017. – 210 с.

4. Дмитриев А.Я., Митрошкина Т.А. Робастные подходы при подготовке производства ПАК из композиционных материалов // Управление качеством. Избранные научные труды XVI Международной научно-практической конференции – М.: МАИ, 2017. – С. 177–181.

5. Высоцкая М.В., Дмитриев А.Я. Робастное проектирование: метод совершенствования производственных процессов испытаний изделий на стендах для контроля радиального и торцевого биения тел вращения // Эффективные системы менеджмента: качество, инновации, устойчивое развитие. Материалы VI Международного научно-практического форума. [Под редакцией И.И. Антоновой]. – 2017. – С. 122–126.

6. Вашуков Ю.А., Дмитриев А.Я., Митрошкина Т.А. QFD: Разработка продукции и технологических процессов на основе требований и ожиданий потребителей – Самара : СГАУ, 2012. – 32 с.

### Modern Methods of Improving Quality of Design of the Special Industrial Equipment for Tests of the Assembly and Protective Block of the Scientific and Power Module

**R.S. Zagidullin**, design engineer of the test center of Joint stock company «Progress State research and production space centre»; Samara

**P.V. Barinov**, student of a magistracy of Institute of the aircraft equipment of the Samara national research university of the academician S.P. Korolev; Samara

**V.A. Burkova**, student of a magistracy of Institute of the aircraft equipment of the Samara national research university of the academician S.P. Korolev; Samara

**S.V. Glushkov**, student of a magistracy of Institute of the aircraft equipment of the Samara national research university of the academician S.P. Korolev; Samara

**T.A. Mitroshkina**, graduate student of department of production of aircraft and quality management in

*mechanical engineering of the Samara national research university of a name of the academician S.P. Korolev; Samara*

*e-mail: t.mitroshkina@gmail.com*

**Summary.** Application of modern methods and approaches, such as QFD, FMEA, robust design, in total with program systems of KOMPAS-3D and ANSYS, gives the chance of modeling and carrying out calculations of tests on virtual model that allows the organization to follow a way of the competitive enterprise capable to make and carry out tests of the products meeting the requirements and expectations of consumers and to minimize expenses at a design stage and developments. In article approaches to improving quality of design and production on the basis of modern methods of planning of quality and risk analysis of QFD and FMEA with application 3D - modeling and calculations in the ANSYS system on the example of design of the special industrial equipment for realization of test of the assembly and protective block of the scientific and power module for the Russian segment of the International Space Station imitation of influence of aerodynamic loadings are considered.

**Keywords:** design, test, durability, rigidity, quality, analysis, prevention of risk, QFD, FMEA.

#### References:

1. Dmitriev A.Ya., Mitroshkina T.A., Vashukov Yu.A. Robust design and technological preparation of production of products of the aircraft equipment. *Samara state aerospace university*. Samara, 2016. 76 p.

2. Vashukov Yu.A., Dmitriev A.Ya., Mitroshkina T.A. Analysis of types, consequences and reasons of potential discrepancies (FMEA). *Samara state aerospace university*. Samara, 2008. 31 p.

3. Fedorova N.N. Work bases in ANSYS 17. *DMK Press*. Moscow, 2017. 210 p.

4. Dmitriev A.Ya., Mitroshkina T.A. Robust approaches by preparation of production PAK from composite materials. Quality management. Chosen scientific works of the XVI International scientific and practical conference. *Moscow aviation Institute*. Moscow, 2017. pp. 177–181.

5. Visotskaya M.V., Dmitriev A.Ya. Robust design: a method of improvement of productions of tests of products at stands for control of radial and face beating of bodies of rotation. Effective systems of management: quality, innovations, sustainable development. Materials VI of the International scientific and practical forum. 2017. pp. 122–126.

6. Vashukov Yu.A., Dmitriev A.Ya., Mitroshkina T.A. QFD: Development of products and technological processes on the basis of requirements and expectations of consumers. *Samara state aerospace university*. Samara, 2012. 32 p.

# Управление рисками в России и за рубежом

**А.В. Маякова**

*к. филос. н., научный сотрудник, кафедра философии и социологии Юго-Западного государственного университета; г. Курск*

*e-mail: BerryAnnett@yandex.ru*

**Аннотация.** На сегодняшний день наука и практика предлагают релевантные современным производственно-экономическим и социо-гуманитарным реалиям методологии управления рисками. Межгосударственность в понимании проблемы порождает плюрализм мнений в формировании целей и задач управления рисками, установлении единой терминологии, структуры и процесса, актуальной для современной российской действительности. Мировая практика предлагает в качестве решения представленной проблемы стандартизацию в области управления рисками. Такая система успешно действует на территории ЕС – Международная организация по стандартизации (ISO), стандарты которой регламентируют не только сферу управления рисками, но и менеджмент качества, аудит, регулирование производства, экоманеджмент и др. Большинство стандартов адаптированы к российским условиям и представлены в виде отечественных стандартов ГОСТ Р. В статье рассматривается одна из ведущих методологий управления рисками как в России, так и за рубежом – анализ рисков. Проведены аналогии и различия с другими современными подходами и методологиями управления рисками, а также представлено практическое применение анализа рисков.

**Ключевые слова:** риск, управление рисками, анализ рисков, системный подход, стандартизация.

Управление рисками – специфическая методология менеджмента, включающая в себя комплекс процедур и методов управления по решению задач идентификации, анализа и оценки, мониторинга риска и обмена информацией, связанной с риском, с целью уменьшения издержек организации и увеличения ее рентабельности [1]. Задачи управления рисками охватывают целый спектр проблем человека и общества: безопасность человека, охрана здоровья, экологическая безопасность, последствия финансово-экономического кризиса и пр. При рассмотрении риска с позиции конкретной организации задача и проблема приобретает следующие очертания. Проблема управления рисками является актуальной и целесообразной, особенно в сложившихся условиях остаточного

финансово-экономического кризиса и его последствий. Разносторонние и трудно формулируемые задачи управления рисками предполагают в своих решениях применение комплексного системного подхода, который содержится в современной методологии «Анализ рисков» [2].

Мировая практика применения анализа рисков сфокусирована не только на использовании в конкретной организации, но и на государственном уровне. Так, правительства стран Европейского Союза всегда акцентировали внимание в своей деятельности на безопасности граждан, в частности от рисков. В последнее время управление рисками постепенно занимает центральные позиции в деятельности государства. Как и в России, в международных и европейских стандартах понятие «риск» применяется для описания множества проблем и угроз: от происшествий 11 сентября 2001 г. до опасности использования химического или биологического оружия или возникновения глобальной аварии, не исключая проблемы уязвимости ИТ-систем и хакерских атак.

Современный социум находится в постоянном развитии, что сопровождается постоянным присутствием риска в жизни человека и общества. Данным фактом обусловлен глобальный смысл задачи управления рисками и обоснована ее актуальность: сокращение внешних рисков, связанных с различного рода безопасностью (здоровьесбережение, физическая и финансовая безопасность), свободный доступ к качественным государственным услугам [3].

При этом факт наличия риска на государственном уровне (непредвиденные политические и экономические происшествия, угроза срыва государственных программ и проектов) не оспорим. Подобная неопределенность не нова. Изменениям подвергаются характеристические особенности риска по двум основным причинам. Во-первых, всеобщее стремительное развитие науки и технологий на данный момент сопровождается постоянными техногенными рисками: от угрозы тотального распространения продуктов ГМО до кибернизации и клонирования человека [4]. Во-вторых, межгосударственные и внутригосударственные риски возникают вследствие интеграции мировой экономики, создания единых коммуникационных систем и порождения общих экологических проблем. Тесные взаимосвязи мировой инфраструктуры характеризуют си-



темные риски: происходящие неблагоприятные события в различных точках земного шара отражаются на его жителях в большей степени, нежели раньше. Подобные риски на данный момент имеют обоснованный приоритет по сравнению с иными. В связи с этим правительства многих развитых и развивающихся стран акцентируют внимание на усовершенствовании используемых методов управления рисками.

Последнее время наблюдается ситуация массового тиражирования международных, в том числе европейских, стандартов, регламентирующих процедуру управления рисками техногенных факторов [1, 5–7]. Наибольшую популярность в России обрел документ «Управление рисками организаций. Интегрированная модель», разработанный Комитетом спонсорских организаций комиссии Тредвея (*Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission, COSO*) [8]. Регламентирующий документ отражает концептуальную базу и методологию управления рисками в рамках конкретных организаций и включает в себя четкие рекомендации по созданию внутриорганизационной системы управления рисками. Методология управления рисками организации COSO включает восемь элементов: определение внутренней среды; постановка целей и задач; идентификация рисков; оценка каждого риска; «реагирование» на риск; средства контроля; информация и коммуникации; мониторинг [9].

В связи с этим регламентирующий документ COSO представляет методологию управления рисками в ракурсе известного в риск-менеджменте и менеджменте качества процессного подхода [10]. Несмотря на четкую методологию представленного документа, российские менеджеры и специалисты приняли за основу методологии управления рисками в России стандарт по управлению рисками Федерации европейских ассоциаций риск-менеджеров (*FERMA*). Одно из преимуществ данного стандарта перед документом COSO – более приемлемая терминология, принятая в документах ISO [11]. Само понятие «риск» определяется, как «комбинация вероятности события и его последствий» [11]. Управление рисками является центральной частью стратегического управления организации и включает в себя не только комплекс мероприятий и процедур по идентификации и оценки рисков, но и программы контроля и минимизации рисков.

Такой единой системой по управлению рисками выступает методология «Анализ рисков». Основным стандартом РФ, регламентирующим методологию анализа рисков, является адаптированный стандарт ГОСТ Р 51901-2002 «Управление

надежностью. Анализ риска технологических систем» [1]. Многие производственные предприятия внедрили в свою деятельность по управлению рисками данную методологию, однако немало и таких, которые до сих пор пытаются обходиться без нее из-за сложности и системности ее реализации. Например, сложность реализации анализа рисков в сфере услуг заключается в неопределенности бизнес-процессов, которые должны быть документированы в программе анализа рисков.

Рассмотрим более подробно данную методологию. Процесс реализации анализа рисков разделен на два крупных подпроцесса. Первый заключается в идентификации и оценке масштаба риска, подлежащего анализу и управлению. Данный подпроцесс именуется стадией характеристики риска (несоответствия). Второй подпроцесс предполагает подробную оценку риска и разработку комплекса мероприятий по его минимизации и устранению. Этот подпроцесс определяется как стадия принятия решения. Однако процесс анализа рисков цикличен и обратим, поэтому возможен возврат к стадии характеристики риска в случае возникновения новых угроз на стадии принятия решения.

Идентификация риска является многозначительной процедурой в процессе принятия решения по риску и стратегическом планировании в целом. В большинстве случаев внимание акцентируется на самом процессе анализа рисков в ущерб решению глобальной проблемы, комплексного подхода к устранению и минимизации рисков в широком масштабе. Концентрация на какой-либо одной угрозе приводит к разрушению всей системы управления рисками. Решение данной проблемы должно быть комплексным, открывающим взаимосвязи угроз между собой. Только в таком случае управление рисками будет эффективным и результативным. Такой «лозунг» лежит в основе методологии «Анализ рисков».

Согласно ГОСТ Р 51901-2002 «Управление надежностью. Анализ риска технологических систем», анализ риска представляет собой структурированный процесс, целью которого является определение как вероятности, так и размеров неблагоприятных последствий исследуемого действия, объекта или системы [11]. Особенность анализа риска заключается в том, что данный процесс структурирован и содержит четкие правила проведения. Более того, анализ рисков в обязательном порядке подразумевает составление матрицы рисков, в которой четко прослеживаются взаимосвязи рисков и их оценка. Итак, анализ рисков разделен на следующие этапы:



1) определение области применения (процесс, комплекс процессов, деятельность организации, региона, страны и пр.);

2) идентификация рисков (вид риска) с последующей потенциальной оценкой риска (SWOT-анализ, FME(C)A-анализ, FTA-анализ и др.);

3) качественная/количественная оценка риска (степень влияния риска; вероятность возникновения риска);

4) анализ влияния риска на конкретную область применения (процесс, комплекс процессов, деятельность организации, региона, страны и пр.);

5) разработка комплекса мероприятий по минимизации и уменьшению риска;

6) составление и анализ матрицы рисков.

В качестве наглядного примера рассмотрим применение анализа рисков в одном из ведущих региональных предприятий города Курска и Курской области – АО «Институт экологической безопасности» (ИНСТЭБ). Для более эффективной работы предварительно проведена самооценка АО ИНСТЭБ с помощью SWOT-анализа [12], в результате которого были определены и оценены положительные факторы и угрозы внутренней и внешней среды, а также потенциальные возможности организации. В целях более емкого представления информации отразим только результаты проведенных исследований и более подробно представим анализ рисков.

Таким образом, были определены следующие глобальные угрозы:

- негативное влияние кризисной экономической ситуации;
- повышение уровня инфляции;
- изменение валютного курса.

Для определения рисков внутренней среды был проведен FMECA-анализ [13], результаты которого также систематизированы для последующего применения в анализе рисков. Были обнаружены реальные и потенциальные внутриорганизационные угрозы:

• разделение рынка; несвоевременный выход на целевой рынок;

- изменение потребностей потребителя;
- усиление конкуренции;
- неудовлетворенность заказчика произведенной продукцией или оказанной услугой;
- отсутствие ресурсов для производства продукции / оказания услуг;
- недостаточная квалификация сотрудников;
- нарушение условий договора.

Для более ранжированного представления данных анализа рисков проведем группирование выявленных рисков согласно установленной классификации: макроэкономические риски и микроэкономические риски (рыночные, производственные, правовые). Учитывая тот факт, что риск «нарушение условий договора» понимается довольно широко, в целях лучшей проработки целесообразно детализировать его значение и «субъект-объектные» ориентиры. Так, вместо одного возникает три различных риска: нарушение условий договора поставщиком ресурсов, нарушение условий договора заказчиком, нарушение условий договора со стороны организации. Целесообразность данного действия аргументируется и тем, что на этапе разработки комплекса мероприятий по минимизации и устранению риска будет возможность более четкого выбора мер и принятия решений.

Риски, выявленные на предыдущих этапах анализа рисков, заносятся в специальную табличную форму (табл. 1). В целях ранжирования рисков определены специализированные критерии: степень влияния (низкая, средняя, высокая, катастрофическая) и вероятность возникновения (низкая, средняя, высокая). По данным критери-

Таблица 1.

**Риски стратегии производства продукции и предоставления услуг  
АО «Институт экологической безопасности»**

№	Вид риска	Степень влияния	Вероятность возникновения	Влияние на деятельность организации	Мероприятия по минимизации / устранению рисков
<b>Макроэкономические риски</b>					
1.	Негативное влияние кризисной экономической ситуации	средняя	средняя	уменьшение количества заказчиков; снижение активности заказчиков; нестабильная потребность в оказываемых услугах организации	гибкая маркетинговая политика; подбор специализированных антикризисных программ по укреплению экономической стабильности организации; гибкая ценовая политика
2.	Повышение уровня инфляции	средняя	высокая	повышение себестоимости продукции и услуг; уменьшение числа заказчиков со стороны малого бизнеса; оптимизация ресурсов организации	разработка специальных проектов по сниженным ценам; системы дисконтирования для организаций малого бизнеса



Продолжение таблицы 1.

№	Вид риска	Степень влияния	Вероятность возникновения	Влияние на деятельность организации	Мероприятия по минимизации / устранению рисков
3.	Изменение валютного курса	высокая	высокая	повышение себестоимости продукции и услуг; нестабильная ценовая политика; снижение конкурентоспособности организации; уменьшение числа иностранных заказчиков	оптимизация закупочной деятельности; гибкая ценовая политика; подбор специализированных антикризисных программ по укреплению экономической стабильности организации.
<b>Микроэкономические риски: рыночные риски</b>					
4.	Разделение рынка; несвоевременный выход на целевой рынок	средняя	высокая	отсутствие возможности выхода на новые сегменты рынка; снижение вероятности заключения договоров с новыми заказчиками	занятие и сохранение стабильной доли рынка; повышение уровня экономического развития организации; установление долгосрочных взаимовыгодных отношений с поставщиками и заказчиками; развитие инновационной деятельности организации; привлечение новых отечественных и зарубежных заказчиков и бизнес-партнеров
5.	Усиление конкуренции	средняя	высокая	возникновение в рыночном сегменте новых конкурентов; более жесткие условия конкурентной борьбы, «переманивание» постоянных заказчиков и бизнес-партнеров, давление со стороны конкурентов с целью вытеснения организации с установленного рыночного сегмента; снижение прибыли	оптимизация маркетинговой политики организации; привлечение зарубежных заказчиков и бизнес-партнеров, заключения долгосрочных договоров с иностранными инвесторами; повышения качества продукции и услуг; развитие инновационной деятельности организации
6.	Изменение потребностей потребителя	средняя	высокая	увеличение себестоимости продукции и услуг; нестабильная ценовая политика; привлечение дополнительных ресурсов; бумажная волокита; изменение условий сертификации продукции и услуг	развитие инновационной деятельности организации; постоянное совершенствование производимой продукции и оказываемых услуг на основании изменяющихся рыночных условий и требований широкого потребителя; расстановка приоритетов производства и оказания услуг с учетом целевых групп потребителей
<b>Микроэкономические риски: производственные риски</b>					
7.	Неудовлетворенность заказчика произведенной продукцией или оказанной услугой	высокая	низкая	обоснованная рекламация; дополнительные затраты на исправление ошибок; дополнительные ресурсные затраты, потеря заказчика; падение деловой репутации организации; снижение прибыли; уменьшение конкурентоспособности организации	заключение детального договора с заказчиком; своевременный контроль за исполнением договора на всех этапах жизненного цикла продукции / услуги; повышение квалификации сотрудников; системный подход к производству продукции и оказанию услуг
8.	Отсутствие ресурсов для производства продукции / оказания услуг	высокая	низкая	задержка сроков производства продукции и оказания услуг; издержки по поиску и привлечению новых поставщиков ресурсов; утрата доверия заказчика и его потеря; падение деловой репутации организации; снижение прибыли; уменьшение конкурентоспособности организации	привлечение добросовестных поставщиков с положительной деловой репутацией; разработка системы штрафов и пени для поставщиков в случаях несоблюдения условий договора; постоянный мониторинг материалов и основных средств на складах организации; оптимизация кадровой политики организации

№	Вид риска	Степень влияния	Вероятность возникновения	Влияние на деятельность организации	Мероприятия по минимизации / устранению рисков
9.	Недостаточная квалификация сотрудников	средняя	низкая	снижение качества производимой продукции и оказываемых услуг, возникновение сопутствующих рисков; дополнительные ресурсные затраты; падение деловой репутации организации; снижение прибыли; уменьшение конкурентоспособности организации	подбор сотрудников, имеющих профильное образование, стаж работы более 5 лет в компаниях идентичного профиля, периодическое повышение квалификации; оптимизация кадровой политики
<b>Микроэкономические риски: правовые риски</b>					
10.	Нарушение условий договора поставщиком ресурсов	высокая	средняя	возникновение риска «отсутствие ресурсов для производства продукции / оказания услуг»	заключение детального договора с поставщиком ресурсов; разработка системы штрафов и пени для поставщиков в случаях несоблюдения условий договора; занесение поставщика ресурсов в реестр недобросовестных поставщиков
11.	Нарушение условий договора заказчиком	высокая	низкая	возникновение риска «неудовлетворенность заказчика произведенной продукцией или оказанной услугой»; расторжение договора; дополнительные издержки	заключение детального договора с заказчиком; разработка системы штрафов и пени для заказчиков в случаях несоблюдения условий договора; работа в режиме «заказчик ↔ исполнитель» на постоянной основе; своевременное уточнение дополнительных или измененных требований заказчика
12.	Нарушение условий договора со стороны организации	высокая	низкая	возникновение риска «отсутствие ресурсов для производства продукции / оказания услуг»; возникновение риска «неудовлетворенность заказчика произведенной продукцией или оказанной услугой»; расторжение договора; утрата доверия заказчика и его потеря; падение деловой репутации организации; снижение прибыли; уменьшение конкурентоспособности организации	заключение детального договора с заказчиком и поставщиком ресурсов; разработка системы штрафов и пени для организации и в случаях несоблюдения условий договора; работа в режиме «заказчик ↔ исполнитель» на постоянной основе; улучшение системы мониторинга всех процессов; оптимизация кадровой политики организации.

ям оценивается каждый отдельный риск (угроза), результаты оценки также заносятся в табличную форму. Данные критерии определяются исходя из сведений SWOT-анализа и FMEA-анализа.

Для разработки комплекса мероприятий по минимизации и устранению рисков в идеальном случае должна формироваться специализированная экспертная группа, которая, основываясь на результатах FMEA-анализа, разрабатывает данный комплекс мероприятий. Итоговые данные также вносят в табличную форму. Это завершающий этап формирования табличной формы (табл. 1).

На основании сведений табличной формы составляется матрица рисков, которая является основной формой анализа рисков. Матрица

рисков позволяет определить наиболее важные и вероятные риски (рис. 1). Матрица рисков содержит границу толерантности к риску. Риски, расположенные выше данной границы, нуждаются в первостепенном внимании и особом контроле. Именно в их сторону должен быть смещен вектор регулятивной деятельности организации.

По итогам проведения анализа рисков в АО ИНСТЭБ можно сделать следующие выводы. Наибольшую опасность представляют риски «нарушение условий договора с поставщиком» и «изменение валютного курса». Оба риска находятся выше границы толерантности к риску, а значит, к их минимизации и устранению нужно приложить наибольшие усилия. Если риск, отражающий измене-





Граница толерантности к риску			
Степень влияния			
Катастрофическая			
Высокая	Неудовлетворенность заказчика произведенной продукцией или оказанной услугой. Отсутствие ресурсов для производства продукции / оказания услуг	Нарушение условий договора поставщиком ресурсов	Изменение валютного курса
	Нарушение условий договора заказчиком		
	Нарушение условий договора со стороны организации		
Средняя	Недостаточная квалификация сотрудников	Негативное влияния кризисной экономической ситуации	Повышение уровня инфляции Разделение рынка; несвоевременный выход на целевой рынок
			Усиление конкуренции Изменение потребностей потребителя
Низкая			
	Низкая	Средняя	Высокая
Вероятность возникновения риска			

Рис. 1. «Матрица рисков АО ИНСТЭБ»

ния валютного курса, устранить невозможно (по объективным макроэкономическим причинам), то риск «нарушение условий договора с поставщиком» вполне подвергается минимизации и даже устранению. В этих целях для каждого из рисков разработаны мероприятия, которые можно и необходимо применять в рамках организации.

Однако не стоит заикливаться только на критических рисках. Необходимо стабилизировать положение во всех сферах риска путем ведения политики по минимизации рискообразующих факторов. Естественно, что потенциальные угрозы останутся, особенно макроэкономические, однако организация должна вести свою деятельность, основываясь прежде всего на грамотном стратегическом планировании, одним из компонентов которой является анализ рисков. При этом анализ рисков – это комплексная процедура, которую необходимо проводить периодически, иначе эффективность и результативность управления рисками в организации будет близка к нулю. Периодичность устанавливается индивидуально, в зависимости от количества и характеристик рисков, выявленных при первом проведении процедуры.

В заключение необходимо отметить, что систематическое комплексное проведение анализа рисков в рамках управления рисками в организации предоставляет следующие возможности:

1) совершенствование стратегического планирования деятельности организации;

2) модернизация политики принятия решения, сопряженная с комплексом конкретных мероприятий по минимизации и устранению риска;

3) повышение конкурентоспособности организации на рынке;

4) переоценка ресурсов, более успешное использование положительных факторов организации;

5) эффективное управление потенциальными рисками и несоответствиями;

6) снижение издержек при производстве продукции и оказании услуг;

7) гибкость и мобильность в принятии решений относительно деятельности организации и связанными с ней рисками;

8) развитие инновационной деятельности организации.

Мировая практика управления рисками заключена в разработанных регламентирующих документах, в которых присутствуют элементы риск-менеджмента. Рекомендации Евросоюза по управлению рисками содержат общее требование, которое поддержано и Российской Федерацией – развернутый экспертный анализ, который надлежит проводить сотрудникам, осуществляющим деятельность по управлению рисками как в рамках одной организации, так и на государственном и межгосударственном уровнях. Как видно из процедуры анализа рисков, вся методология построена на принципе экспертного анализа. Наряду

с экспертным анализом, международные стандарты по управлению рисками схожи в динамичности данного процесса, его систематичности и последовательности, ориентированности на стратегические цели, прозрачности и содержательности.

Итак, эффективное управление рисками позволяет не только более результативно осуществлять ежедневную деятельность, но и планировать и принимать стратегические решения по значимым вопросам на различных уровнях. Анализ рисков в рамках управления рисками является документированным процессом, который повышает прослеживаемость принятия решений.

## Литература

- ГОСТ Р 51901-2002. Управление надежностью. Анализ риска технологических систем. Введ. 01.09.2003. – М.: Стандартинформ, 2002. – 26 с.
- ISO/DIS 31000:2010 Risk management – Principles and guidelines on implementation (IDT). Издание официальное.
- Knight K.W. Risk Management: an integral component of corporate governance and good management. *ISO Bulletin*, 2003. – 47 p.
- Буданов В.Г. Новые технологии цифровой жизни-перспективы и риски трансформации антропосферы // *Философские науки* – 2016. – № 6. – С. 47–55.
- INTERSTATE STANDARD 27.310-95 Dependability in technics. Failure mode, effects and criticality analysis. Basic principles. Издание официальное.
- ГОСТ Р 54125-2010. Безопасность машин и оборудования. Принципы обеспечения безопасности при проектировании. Введ. 01.06.2012. – М.: Стандартинформ, 2012. – 54 с.
- ГОСТ Р 51897-2011. Менеджмент риска. Термины и определения. Введ. 01.12.2012. – М.: Стандартинформ, 2012. – 19 с.
- Enterprise Risk Management – Integrated Framework Executive Summary. Committee of Sponsoring Organization of the Treadway Commission (COSO). – 2004. Издание официальное.
- Risk management organizations. Integrated model. Summary. Committee of Sponsoring Organization of the Treadway Commission (COSO). – 2004. Издание официальное.
- ISO Guide 73:2009 Risk management – Vocabulary – Guidelines for use in standards (IDT). Издание официальное.
- Ходыревская С.В. Анализ и оценка рисков стратегии в сфере услуг // *Известия Юго-западного государственного университета. Серия: техника и технологии* – Курск. – 2012. – № 2-3. – С. 86–90.
- Ходыревская С.В., Маякова А.В. Применение метода FMECA для улучшения качества услуг

// *Методы менеджмента качества* – 2013. – № 3. – С. 32–36.

*Публикация подготовлена при поддержке  
Гранта Президента РФ  
«Трансдисциплинарная модель управления  
социокультурными рисками» (МК-240.2019.6)*

## Risk Management in Russia and Abroad

*A.V. Mayakova, candidate of philosophical sciences, research associate, department of philosophy and sociology of the Southwest state university; Kursk*

*e-mail: BerryAnnett@yandex.ru*

**Summary.** Today, science and practice offer risk management methodologies relevant to modern production, economic and socio-humanitarian realities. Interstate understanding of the problem creates a pluralism of opinions in the formation of the goals and objectives of risk management, the establishment of a common terminology, structure and process relevant to modern Russian reality. World practice offers standardization in the field of risk management as a solution to the problem presented. This system successfully operates in the EU, the international organization for standardization (ISO) standards regulate not only risk management, but the management of quality, audit, production management, environmental management and others. Most of the standards are adapted in the Russian environment and presented in the form of domestic GOST R standards. In this study, we consider one of the leading risk management methodologies both in Russia and abroad – risk analysis. We will draw analogies and differences with other modern approaches and methodologies of risk management, and present the practical application of risk analysis.

**Keywords:** risk, risk management, risk analysis, system approach, standardization.

### References:

- State standard 51901-2002. Reliability management. Risk analysis of technological systems. Moscow, Standartinform Publ. 2002, 26 p.
- Standard ISO/DIS 31000:2010. Risk management – Principles and guidelines on implementation».
- Knight K.W. Risk Management: an integral component of corporate governance and good management. *ISO Bulletin*. 2003.
- Budanov V.G. New digital life technoscience – prospects and risks of anthroposphere transformation. *Philosophical Sciences*. 2016, No. 6. pp. 47–55.
- Interstate standard 27.310-95. Dependability in technics. Failure mode, effects and criticality analysis. Basic principles.
- State standard 54125-2010. Safety of machinery and equipment. Principles for safety ensuring while designing.
- State standard 51897-2011. Risk management. Terms and definitions. Moscow, Standartinform Publ., 2012. 19 p.
- Enterprise risk management – Integrated framework executive summary. *Committee of Sponsoring Organization of the Treadway Commission (COSO)*. 2004.
- Risk management organizations. Integrated model. Summary. *Committee of Sponsoring Organization of the Treadway Commission (COSO)*. 2004.
- ISO Guide 73:2009. Risk management – Vocabulary – Guidelines for use in standards (IDT).
- Khodyrevskaya S.V. The analysis and estimation of risks of strategy in sphere of services. *Izvestiya of Southwest State University Bulletin. Series: equipment and technologies*. 2012, No. 2-3. pp. 86–90.
- Khodyrevskaya S.V., Mayakova A.V. Application of FMECA method to improve the quality of services. *Methods of quality management*. 2013, No. 3. pp. 32–36.



# Риск-ориентированный подход в управлении кадровыми процессами в системе менеджмента качества организации



**О.А. Горленко**

*д.т.н., профессор,  
начальник управления  
качеством  
образования  
в вузе Брянского  
государственного  
технического  
университета;  
г. Брянск*



**Т.П. Можаяева**

*к.т.н., доцент,  
начальник отдела  
нормативной доку-  
ментации управления  
качеством образова-  
ния в вузе Брянского  
государственного  
технического универ-  
ситета; г. Брянск  
e-mail: goa-bgtu@mail.ru*

**Аннотация.** В статье рассмотрен подход к управлению кадровыми процессами в системе менеджмента качества (СМК) организации на основе риск-ориентированного мышления. Проведен анализ научных взглядов на толкование понятий «риски» и «возможности» применительно к кадровым процессам, отмечено отсутствие однозначности в их трактовке. Выявлено практическое отсутствие формализованных методов анализа и оценивания кадровых рисков в управлении процессами, где персонал воспринимается как источник не только угроз, но и возможностей, создаваемых человеческими ресурсами. Решение данной проблемы возможно на основе предлагаемого в статье применения метода SWOT-анализа, адаптированного к кадровым процессам СМК организации, и предлагаемой процедуры статистического обоснования его результатов. Рассматриваемый подход позволяет повысить надежность полученных в результате исследования данных.

**Ключевые слова:** система менеджмента качества; риск-ориентированное мышление; риски и возможности кадровых процессов; SWOT-анализ кадровых рисков и возможностей; статистическое обоснование SWOT-анализа.

## Введение

Эффективное управление процессами системы менеджмента качества (СМК) организации в контексте введенных в действие новых международных стандартов ISO 9001 : 2015 предусматривает не только планирование и взаимодействие процессов, реализацию цикла PDCA, но и риск-ориентированное мышление, позволяющее определять факторы, которые могут привести к отклонению от запланированных результатов процессов

и СМК, а также использовать предупреждающие средства управления для минимизации негативных последствий и максимального использования возникающих возможностей [1]. Риск-ориентированное мышление должно распространяться на управление всеми видами процессов в СМК, в том числе и кадровыми.

Однако многие организации, внедряющие и развивающие свою СМК в соответствии с требованиями международных стандартов ISO 9001: 2015, столкнулись с рядом проблем в применении риск-ориентированного мышления к управлению кадровыми процессами.

Данный факт объясняется, в частности, формальным подходом к человеческим ресурсам предприятия, не учитывающим их специфику [2, 3], а также недостаточной разработкой инструментов, технологий, моделей анализа и оценивания кадровых рисков [4].

## Анализ последних исследований и публикаций

Анализ научной литературы в данной предметной области показал, что для практики внедрения риск-менеджмента в СМК организации характерны следующие недостатки [1–8]:

- отсутствие в научном сообществе единства во взглядах на трактовку понятий «риск» и «возможности», что приводит к неоднозначности в определении области управления применительно к процессам СМК в контексте риск-ориентированного мышления;



- развитие кадрового риск-менеджмента в контексте классического и неоклассического экономического подходов, где персонал воспринимается как источник угрозы, опасности, ущерба, что не позволяет организации максимально использовать возникающие возможности, создаваемые человеческими ресурсами;

- практическое отсутствие формализованных моделей анализа и оценивания рисков и возможностей в управлении кадровыми процессами.

Научные дискуссии относительно трактовки понятий «риски» и «возможности» развиваются в плоскости интеграции (или дезинтеграции) и взаимодействия данных управленческих явлений [5–8]. Обобщая научные взгляды по данному вопросу можно выделить следующие концепции:

- риск интерпретируется как угроза, трактовка термина «возможность» отсутствует (ГОСТ Р ИСО 22000 – 2007 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции»; Федеральный Закон «О техническом регулировании» (с изменениями) от 29.07.2017 № 216-ФЗ и т.п.);

- риск трактуется как вероятность сочетания отрицательных и положительных отклонений от запланированных целей, при этом термин «возможность» не определен или используется в качестве синонима «вероятность» (*likelihood*) (*Federation of European risk management association (FERMA)*). «*Risk management standard*». 2002; ГОСТ Р 51897 – 2011/Руководство ИСО 73: 2009 «Менеджмент риска. Термины и определения»; ГОСТ Р ИСО 31000 – 2010 «Менеджмент риска. Принципы и руководство»; ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010 – 2011. «Менеджмент риска. Методы оценки риска» и т.п.);

- понятия четко разделяются: риск – это угроза, а возможность – шанс, влияющие на достижение целей организации (*Standard Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO)*). «*Enterprise Risk Management – Integrated Framework*». 2004);

- риск рассматривается как сочетание угроз и способностей достигать запланированных результатов, а возможность – превосходить их (ГОСТ Р ИСО 9000 – 2015 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь»; ГОСТ Р ИСО 9001 – 2015 «Системы менеджмента качества. Требования»).

Наиболее универсальным и предпочтительным, с точки зрения применения в организации любой отраслевой принадлежности и различных форм собственности, является стандарт ISO 9000: 2015, регламентирующий учет рисков и возможностей в управлении процессами СМК.

Анализ международных и национальных стандартов с точки зрения реализованности в них идеи кадровых рисков показывает, в частности, следующее:

- преобладает экономический классический подход, при котором персонал рассматривается как источник угрозы (опасности) (например, ГОСТ Р ИСО 22000 – 2007 «Системы менеджмента безопасности пищевой продукции. Требования к организациям, участвующим в цепи создания пищевой продукции»);

- фрагментарно применяется экономический неоклассический подход, в котором персонал – источник угрозы и потенциальных возможностей достижения цели (например, *Federation of European risk management association (FERMA)*). «*Risk management standard*». 2002; ГОСТ Р ИСО 31000 – 2010 «Менеджмент риска. Принципы и руководство»);

- практически не разработан социально-экономический подход, где персонал – источник угроз и способности достигать запланированных целей, так и потенциальных возможностей их превзойти (например, ГОСТ Р ИСО 9001 – 2015 «Системы менеджмента качества. Требования»).

Стандарты ISO 9001: 2015, ориентируя организацию на управление процессами в СМК с позиций риск-ориентированного мышления, не содержат требований по применению конкретных методов анализа и оценивания рисков, и организация может выбрать тот инструмент, который удовлетворяет ее потребностям. На решение данной задачи направлены международные стандарты ISO/IEC 31010: 2009, содержащие общие руководящие указания по выявлению, управлению и выбору методов оценки рисков.

Однако применительно к кадровым процессам с учетом их специфики (человеческие ресурсы обладают самой высокой степенью неопределенности по сравнению с другими ресурсами организации, так как только персонал способен влиять на управляющие воздействия, изменяя их [2, 3]) предлагаемые методы представлены недостаточно широко (оценка влияния человеческого фактора (HRA), управление безопасностью пищевой продукции (HASSP) и др.) и ориентированы только на выявление ошибок, допускаемых персоналом. При этом методы, направленные на оценку возможностей, связанных с человеческим фактором, отсутствуют.

Перспективным, с точки зрения выявления возможностей, создаваемых кадровыми процессами, является метод SWOT-анализа, адаптированный к использованию в кадровом менеджменте [9]. В данном инструменте уже изначально заложен подход учета рисков и возможностей факторов внутренней и внешней среды на развитие организации, что позволяет, как представляется, исполь-



зывать SWOT-анализ как вполне самостоятельную модель анализа, оценки и выбора стратегии управления рисками и возможностями функционирования процессов СМК организации.

Традиционная методика проведения SWOT-анализа не лишена ряда недостатков, связанных с отсутствием процедур статистического обоснования получаемых результатов, в частности в области:

- оценки и выбора причинных внешних и внутренних факторов влияния на организацию (в контексте создаваемых ими рисков и возможностей) для формирования стратегий развития, в связи с чем снижается надежность результатов анализа выбранных факторов или формируется неоправданно большой массив выбранных факторов, что при ограниченности ресурсов организации не может быть одновременно реализовано и отвлекает ее от решения приоритетных задач [10];
- идентификации стратегий минимизации угроз или использования возможностей развития, что не в состоянии обеспечить количественное измерение вариантов прогнозов и альтернативных действий [11, 12].

Как показывает анализ отмеченных публикаций, в ситуации, когда риск-ориентированный подход к управлению процессами СМК, в том числе и кадровыми процессами, рассматривается как условие и осознанная необходимость их эффективного функционирования, разработка процедуры статистического обоснования результатов SWOT-анализа, является актуальной и позволяет избежать выявленных недостатков.

### Постановка задачи

Для устранения недостатков в управлении кадровыми процессами СМК организации в контексте риск-ориентированного подхода необходимо:

- идентифицировать риски и возможности, связанные с функционированием кадровых процессов;
- адаптировать к кадровым процессам рекомендуемый стандартом ISO/IEC 31010: 2009 метод анализа и оценивания рисков и возможностей (SWOT-анализ);
- разработать процедуру статистического обоснования результатов SWOT-анализа.

В этой связи перспективным является применение рассматриваемого в настоящей статье статистического метода анализа и оценивания кадровых рисков и возможностей.

### Процедура анализа и оценивания рисков и возможностей на основе SWOT-анализа

Предлагаемая процедура анализа рисков и возможностей на основе SWOT-анализа может быть представлена следующим образом (рис. 1):

1. Формируется группа экспертов, каждый из которых исследует изучаемое явление и влияние на него факторов: внешних угроз ( $T$ ) и внутренних слабых сторон ( $W$ ) исследуемого объекта.

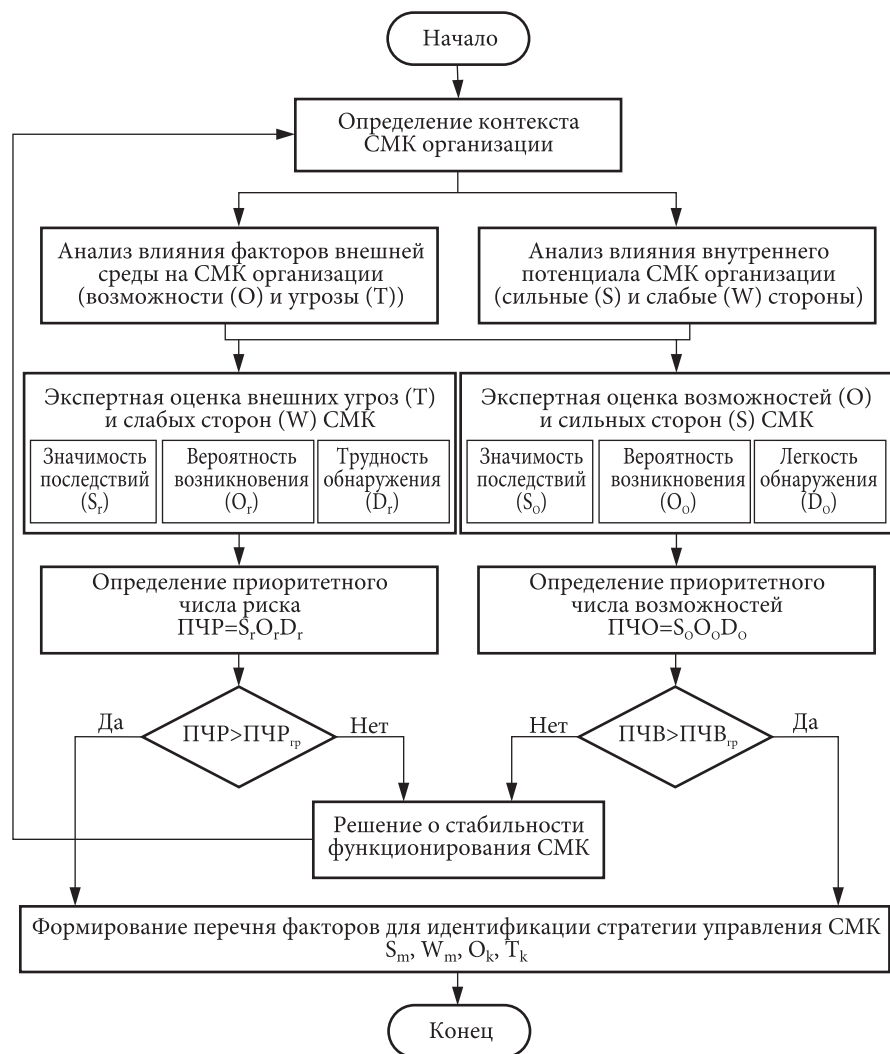


Рис. 1. Алгоритм процедуры анализа рисков и возможностей факторов контекста СМК организации на основе SWOT-анализа

2. Для факторов внешних угроз ( $T$ ) и слабых ( $W$ ) сторон объекта экспертным путем определяются баллы, соответствующие их влиянию на исследуемое явление в контексте возникновения рисков (подход базируется на известной *FMEA*-методологии) на основе рекомендуемой квалиметрической шкалы (табл. 1) по следующим параметрам [13]:

- вероятность возникновения риска ( $O_r$ );
- значимость последствий риска ( $S_r$ );
- трудность обнаружения риска ( $D_r$ ).

Балл рассматривается в диапазоне от 1 (для наименее значимых по угрозе характеристик) до 10 (для наиболее значимых по угрозе характеристик).

3. После получения экспертных оценок  $S_r$ ,  $O_r$ ,  $D_r$  вычисляется приоритетное число риска (ПЧР) для каждого фактора по формуле:

$$\text{ПЧР} = S_r \cdot O_r \cdot D_r.$$

ПЧР может принимать значение в пределах [1; 1000].

4. Для приоритетного числа риска устанавливается критическая граница (ПЧР<sub>кр</sub>). На практике обычно применяют ПЧР<sub>кр</sub> в пределах от 100 до 125 (100 < ПЧР<sub>кр</sub> < 125) [14, 15]. По усмотрению организации для некоторых факторов может быть снижено ПЧР<sub>кр</sub>. Снижение ПЧР<sub>кр</sub> соответствует созданию более жестких требований по оценке факторов для обеспечения высококачественных и надежных объектов и процессов.

5. Составляется перечень факторов, для которых значение ПЧР превышает ПЧР<sub>кр</sub>. Данные факторы (внешние угрозы ( $T$ ) и внутренние слабые стороны ( $W$ ) исследуемого объекта) используются в дальнейшем для формирования стратегий развития организации на основе *SWOT*-анализа.

6. Экспертами оцениваются факторы внешних возможностей ( $O$ ) и внутренних сильных сторон ( $S$ ) объекта с позиций создаваемых ими возможностей для развития организации. Оценка производится на основе предлагаемой квалиметрической шкалы (табл. 2) по следующим параметрам:

Таблица 1.

Рекомендуемая шкала балльных оценок показателей риска

Значимость последствий риска, ( $S_r$ )		Вероятность возникновения риска, ( $O_r$ )		Трудность обнаружения риска, ( $D_r$ )	
Балл	Характеристика	Балл	Характеристика	Балл	Характеристика
1	отсутствует	1	малая	1	почти наверняка
2	очень незначительная	2	очень низкая	2	очень хорошее
3	незначительная	3	низкая	3	хорошее
4	очень слабая	4	ниже умеренной	4	умеренно хорошее
5	слабая	5	умеренная	5	умеренное
6	умеренная	6	выше умеренной	6	слабое
7	важная	7	умеренно высокая	7	очень слабое
8	очень важная	8	высокая	8	плохое
9	опасная с предупреждением	9	очень высокая	9	очень плохое
10	опасная без предупреждения	10	почти неизбежная	10	почти невозможно

Таблица 2.

Предлагаемая шкала балльных оценок показателей возможностей

Значимость последствий возможностей, ( $S_o$ )		Вероятность возникновения возможностей, ( $O_o$ )		Легкость обнаружения возможностей, ( $D_o$ )	
Балл	Характеристика	Балл	Характеристика	Балл	характеристика
1	отсутствует	1	малая	1	почти невозможно
2	очень незначительная	2	очень низкая	2	очень плохое
3	незначительная	3	низкая	3	плохое
4	очень слабая	4	ниже умеренной	4	очень слабое
5	слабая	5	умеренная	5	слабое
6	умеренная	6	выше умеренной	6	умеренное
7	значительная	7	умеренно высокая	7	умеренно хорошее
8	очень значительная	8	высокая	8	хорошее
9	важная	9	очень высокая	9	очень хорошее
10	очень важная	10	практически прогнозируемая	10	практически наверняка





- вероятность возникновения возможностей ( $O_o$ );
- значимость последствий возможностей ( $S_o$ );
- легкость обнаружения возможностей ( $D_o$ ).

Балл рассматривается в диапазоне от 1 (для наименее значимых по параметру возможности характеристик) до 10 (для наиболее значимых по параметру возможности характеристик).

7. Вычисляется приоритетное число возможностей (ПЧВ) для каждого фактора по формуле:

$$\text{ПЧВ} = S_o \cdot O_o \cdot D_o.$$

ПЧВ может принимать значение в пределах [1; 1000].

8. Устанавливается критическая граница (ПЧВ<sub>гр</sub>) для приоритетного числа возможностей. Обычно применяют ПЧВ<sub>гр</sub> в пределах  $800 < \text{ПЧВ}_{гр} < 900$  [16].

9. Выявляются факторы, для которых значение ПЧВ превышает ПЧВ<sub>гр</sub>. Данные факторы (внешние возможности (O) и внутренние сильные стороны (S) исследуемого объекта) используются в дальнейшем для формирования стратегий развития организации на основе SWOT-анализа.

### Идентификация стратегии развития процессов СМК организации на основе SWOT-анализа

Идентификация стратегии развития процессов СМК организации может быть представлена в виде следующего алгоритма (рис. 2) [17].

1. Формируются стратегии развития организации на основе проведенного анализа факторов, создающих риски и возможности для функционирования СМК, путем перебора всех их комбинаций.

$$SO = \begin{vmatrix} S_1 O_1 & \dots & S_1 O_k \\ \dots & \dots & \dots \\ S_m O_1 & \dots & S_m O_k \end{vmatrix}, \quad ST = \begin{vmatrix} S_1 T_1 & \dots & S_1 T_k \\ \dots & \dots & \dots \\ S_m T_1 & \dots & S_m T_k \end{vmatrix},$$

$$WO = \begin{vmatrix} W_1 O_1 & \dots & W_1 O_k \\ \dots & \dots & \dots \\ W_m O_1 & \dots & W_m O_k \end{vmatrix}, \quad WT = \begin{vmatrix} W_1 T_1 & \dots & W_1 T_k \\ \dots & \dots & \dots \\ W_m T_1 & \dots & W_m T_k \end{vmatrix}.$$

2. Производится ранжирование стратегий с учетом значимости их влияния на качество исследуемого процесса [18]. Ранжирование предполагает оценку экспертами как ограниченного, так и неограниченного числа показателей.

Оценка ограниченного числа показателей производится при условии, что наиболее важный по-

казатель обозначается рангом  $R = 1$ , а наименее значимый рангом  $R = n$ , где  $n$  – число показателей. Если эксперт считает несколько показателей равнозначными, то им присваиваются одинаковые ранги (связанные ранги), значение которых вычисляется по формуле:

$$R = \frac{n_i + n_{i+1}}{k},$$

где  $n_i, n_{i+1}$  – места ранговых оценок при их последовательном расположении;  $k$  – число мест с равнозначными показателями.

При оценке неограниченного числа показателей каждый эксперт может задавать свой комплекс изучаемых параметров. В этом случае число показателей у экспертов может быть неодинаковым. Считают, что показатели, которым эксперт не дал оценку, будут иметь одинаковый наихудший ранг, причем при одной недостающей оценке ему присваивают ранг  $R = n$ , при двух –  $R = n - 0,5$ ; при трех –  $R = n - 1$  и т.д.

3. Рассчитывается коэффициент весомости каждой стратегии по формуле [19]:

$$g_i = \frac{mn - S_i}{0,5mn(n-1)},$$

где  $g_i$  – коэффициент весомости;  $m$  – число экспертов;  $n$  – число выявленных стратегий;  $S_i$  – сумма ранговых оценок экспертов по каждому показателю.

4. Определяются существенно значимые коэффициенты весомости по формуле:

$$g'_i > \frac{1}{n}.$$

5. Определяется коэффициент конкордации Кендалла, позволяющий оценить согласованность мнения экспертов, по формуле [20]:

$$W = \frac{12 \sum_{i=1}^n (S_i - \bar{S})^2}{m^2(n^3 - n) - m \sum_{j=1}^m T_j^2},$$

где  $S_i$  – сумма ранговых оценок экспертов по каждому показателю;  $\bar{S}$  – средняя сумма рангов для всех показателей, вычисляемая по формуле:

$$\bar{S} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i = 0,5m(n+1),$$

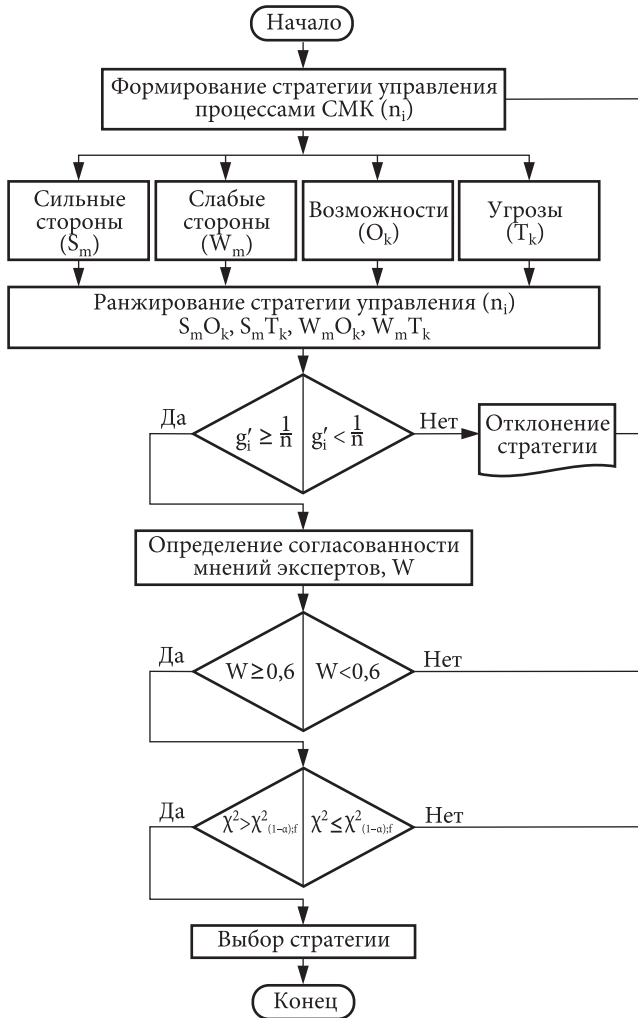


Рис. 2. Алгоритм идентификации стратегии управления процессами СМК на основе статистического обоснования результатов SWOT-анализа

$m$  – число экспертов;  $n$  – число показателей;  $T_j$  – показатель одинаковости, вычисляемый по формуле:

$$T_j = \sum_{j=1}^u (t_j^3 - t_j),$$

где  $t_j$  – число оценок с одинаковым рангом у  $j$ -го эксперта;  $u$  – число групп рангов с одинаковыми оценками у  $j$ -го эксперта.

Для удобства обработки данных все расчеты сводятся в таблицу (табл. 3).

Значимость значения  $W$  оценивается по критерию  $\chi^2$  по формуле:

$$\chi^2 = Wm(n-1) > \chi^2_{(1-\alpha);f},$$

Таблица 3.

Пример обработки данных ранговых оценок выбора стратегий

Шифр эксперта	Стратегии, влияющие на исследуемый процесс, $n$						$\Sigma R_i$	$T_j$
	$n_1$	$n_2$	...	$n_{10}$	$n_{11}$			
1	6	2	...	4	1	66	-	
2	4	1,5	...	11	1,5	66	6	
3	7	2	...	5	3	66	-	
4	8	3	...	4,5	1	66	6	
5	8	3	...	5	2	66	-	
6	5	3	...	4	1	66	-	
7	5	2	...	4	1	66	-	
<b>Данные по статистической обработке экспертных оценок</b>								
$S_i$	43	16,5	...	37,5	10,5	-	-	
$S_i - \bar{S}$	1	-25,5	...	-4,5	-31,5	-	-	
$(S_i - \bar{S})^2$	1	650,25	...	20,25	992,25	-	-	
$g_i$	0,08	0,16	...	0,10	0,17	-	-	
$g'_i$		+	...	+	+			

Примечание: существенно значимые стратегии, влияющие на исследуемый процесс, отмечены знаком «+».



где  $W$  – коэффициент конкордации;  $m$  – число экспертов;  $n$  – число рассматриваемых стратегий.

Если  $\chi^2 > \chi^2_{(1-\alpha);f}$ , где  $f = (n - 1)$  – число степеней свободы, коэффициент конкордации,  $W$  статистически значим. Значения  $\chi^2_{(1-\alpha);f}$  определяют по статистическим таблицам [21].

Согласованность мнений экспертов считается приемлемой, если значение коэффициента конкордации  $W \geq 0,6$  и является статистически значимым с доверительной вероятностью  $P = 1 - \alpha$ . Если мнение экспертов не согласовано, то SWOT-анализ произведен некорректно и требует повторного исследования и построения.

В результате проведенного анализа выявляются весомо значимые стратегии, которые оказывают приоритетное влияние на исследуемый процесс. В нашем случае стратегий – четыре ( $n_2, n_3, n_9, n_{10}, n_{11}$ ). При этом по результатам оценки выбирается стратегия, обладающая наибольшим весом среди них. В нашем примере такой стратегией является  $n_{11}$ .

## Выводы

Проведенный анализ практики внедрения риск-ориентированного мышления в СМК организации, в частности применения методики оценивания рисков и возможностей управления кадровыми процессами на основе SWOT-анализа, продемонстрировал неоднозначность данного процесса. Отсутствие инструментов выявления возможностей, открывающихся перед организацией в результате использования человеческого потенциала, слабая формализация методов оценки кадровых рисков и идентификации в связи с этим стратегий управления процессами, снижающая надежность получаемых результатов, вызывают необходимость разработки методов, позволяющих избежать выявленных недостатков.

Применение в этой связи SWOT-анализа на основе статистического обоснования получаемых результатов, адаптированного к специфике кадровых процессов СМК организации, позволит более корректно идентифицировать стратегии управления, базирующиеся на анализе и оценке кадровых рисков.

## Литература

1. Бойцов Б., Банников С., Круглов В., Горленко О. Системы качества в образовательных организациях: нужен отечественный стандарт // Стандарты и качество. – 2016. – № 7 (949). – С. 70–73.  
2. Слободской А.П. Риски в управлении персоналом: учебн. пособие. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2011. – 155 с.

3. Армстронг М. Практика управления человеческими ресурсами: учебник. СПб: Питер, 2012. – 848 с.

4. Митрофанова А.Е. Социально-экономическое содержание и структура кадровых рисков в организации // Электронный журнал «Вестник МГОУ». – 2013. – № 2. – 7 с. – www.evestnik-mgou.ru.

5. Качалов В.А. «Риски» и «возможности» в стандарте ISO 9000:2015: порознь или вместе? // Методы менеджмента качества. – 2016. – № 7. – С. 24–26.

6. Круглов М.Г. Системы менеджмента риска как новый этап в революции качества // Менеджмент качества. – 2010. – № 4(12). – С. 250–265.

7. Горленко О.А., Можяева Т.П. Управление кадровыми рисками в системе менеджмента качества организации // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2017. – № 4(57). – С. 128–136.

8. Конев К.А. Ситуационный подход к управлению рисками-возможностями при обеспечении качества // Методы менеджмента качества. – 2017. – № 1. – С. 22–28.

9. Houben G., Lenie K., Vanhoof K. A knowledge-based SWOT-analysis system as an instrument for strategic planning in small and medium sized enterprises // Decision Support Systems. 1999. № 26. PP. 125 – 135.

10. Panagiotou G. Bringing SWOT into focus // Business Strategy Review. 2003. Vol. 14. № 2. PP. 8–10.

11. Kahraman C., Demirel N.C., Demirel T. Prioritization of e-Government strategies using a SWOT-AHP analysis: the case of Turkey // European Journal of Information Systems. 2007. № 16. PP. 284 – 298.

12. Terrados J., Almonacid G., Hontoria L. Regional energy planning through SWOT analysis and strategic planning tools. Impact on renewables development // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2007. № 11. PP. 1275–1287.

13. Годлевский В.Е. и др. Применение метода анализа видов, причин и последствий потенциальных несоответствий (FMEA) на различных этапах жизненного цикла автомобильной продукции. – Самара: Перспектива, 2012. – 160 с.

14. Новиков В.А., Гришин А.И. FMEA-анализ критичности процесса «Техническое обслуживание технологического оборудования» // Компетентность. – 2012. – № 6(97). – С. 37–41.

15. Горленко О.А., Мирошников В.В., Борбаць Н.М. Менеджмент качества конструкторско-технологической подготовки производств машиностроительной продукции на основе комплексного FMEA-анализа // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2016. – № 1. – С. 178–187.



16. Пономарев С.В., Аль-Бусаиди Саид Султан Саид. Применение балльных квалиметрических шкал для оценки индикатора «возможности» улучшения в СМК // Методы менеджмента качества. – 2016. – № 11. – С. 14–18.

17. Можяева Т.П. Статистическое оценивание SWOT-анализа процессов в системе менеджмента качества // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2017. – № 1(28). – С. 39–44.

18. Гладков Л.Л., Гладкова Г.А. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие. – Минск: РИПО, 2013. – 248 с.

19. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика: учеб. пособие. – М.: Высшая школа, 2003. – 479 с.

20. Кремер Н.Ш. Теория вероятностей и математическая статистика: учебник. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2000. – 543 с.

21. Суслов А.Г., Горленко О.А. Экспериментально-статистический метод обеспечения качества поверхности деталей машин: монография. – М.: Машиностроение-1, 2003. – 303 с.

### Risk-Oriented Approach in Management of Personnel Processes in a Quality Management System of the Organization

**O.A. Gorlenko**, doctor of technical sciences, professor, head of quality management of education at the Bryansk state technical university; Bryansk

**T.P. Mozhaeva**, candidate of technical sciences, assistant professor, head of department «Normative documents of quality management of education» at the Bryansk state technical university; Bryansk

e-mail: goa-bgtu@mail.ru

**Summary.** In the article the approach to management of human processes in the quality management system (QMS) of the organization based on risk-based thinking. The analysis of scientific views on the interpretation of the concepts of «risks» and «opportunities» in relation to personnel processes, noted the lack of unambiguity in their interpretation. Revealed the virtual absence formalized methods of analysis and assessment of HR risk management process, where staff are perceived not only as a source of threats and opportunities created by human resources. The solution to this problem is possible on the basis of the proposed application of the SWOT-analysis, adapted to the staffing processes of the QMS of the organization and the proposed procedure of statistical validity of the results. This approach allows to increase the reliability of the resulting research data.

**Keywords:** the quality management system; the risk-based thinking; the risks and opportunities of HR processes; SWOT-analysis of HR risks and opportunities; statistical reasoning SWOT analysis.

#### References:

1. Boytsov B., Bannikov S., Kruglov V., Gorlenko O. Quality systems in educational organizations: need

a domestic standard. *Standards and quality*. 2016, No. 7(949), pp. 70–73.

2. Slobodskoy A.P. Risks in personnel management. Manual for higher education institutions. *Saint Petersburg state university of economics and finance publishing house*. St. Petersburg, 2011. 155 p.

3. Armstrong M. The practice of human resource management: textbook. *Peter*. St. Petersburg, 2012. 848 p.

4. Mitrophanova A.E. Socio-economic content and structure of personnel risks in the organization. *Electronic journal «Vestnik of Moscow state regional university»*. 2013, No. 2. 7 p.

5. Kachalov V.A. «Risks» and «opportunities» in ISO 9000:2015: separately or together? *Methods of quality management*, 2016, No.7. pp. 24–26.

6. Kruglov M.G. Risk management systems as a new stage in the revolution of quality. *Quality Management*. 2010, No.4(12). pp. 250–265.

7. Gorlenko O.A., Mozhaeva T.P. Risk management personnel in the quality management system of organization. *Vestnik of Bryansk state technical university*. 2017, No. 4(57). pp. 128–136.

8. Konev K.A. Situational approach to risk management-opportunities while ensuring quality. *Methods of quality management*. 2017, No.1. pp. 22–28.

9. Houben G., Lenie K., Vanhoof K.A. knowledge-based SWOT-analysis system as an instrument for strategic planning in small and medium sized enterprises. *Decision support systems*. 1999, No. 26. pp. 125–135.

10. Panagiotou G. Bringing SWOT into focus. *Business strategy review*. 2003, volume 14, No. 2. pp. 8–10.

11. Kahraman C., Demirel N.C., Demirel T. Prioritization of e-Government strategies using a SWOT-AHP analysis: the case of Turkey. *European Journal of Information Systems*. 2007, No. 16. pp. 284–298.

12. Terrados J., Almonacid G., Hontoria L. Regional energy planning through SWOT analysis and strategic planning tools. *Impact on renewables development. Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2007, No. 11. pp. 1275–1287.

13. Godlevsky V.E., Dmitriev A.Ya., Izumenko G.N., Litvinov A.V., Yunak G.L. Application of the method of analysis of species, causes and consequences of potential inconsistencies (FMEA) at different stages of the life cycle of automotive products. *Perspective*. Samara, 2012. 160 p.

14. Novikov V.A., Grishin A.I. FMEA-process criticality analysis «technological equipment maintenance». *Competence*, 2012. No. 6 (97). pp. 37–41.

15. Gorlenko O.A., Miroshnikov V.V., Borbats N.M. Quality management of design and technological preparation of production of machine-building products on the basis of complex FMEA-analysis. *Bulletin of the Bryansk state technical University*. 2016, No. 1. pp. 178–187.

16. Ponomarev S.V., Al-Busaidi Said Sultan Said The use of qualitative scoring scales for the evaluation of the indicator «possible» improvement in QMS. *Methods of quality management*, 2016, No. 11. pp. 14–18.

17. Mozhaeva T.P. Statistical estimation of SWOT-analysis of the processes in the quality management system. *Vector of science of Togliatti state university*. 2017, No. 1(28). pp. 39–44.

18. Gladkov L.L., Gladkova G.A. Probability theory and mathematical statistics. Manual. *Republican institute of professional education*. Minsk, 2013. 248 p.

19. Gmurman V.E. Probability theory and mathematical statistics. Manual. *High school*. Moscow, 2003. 479 p.

20. Kremer N.Sh. Probability theory and mathematical statistics: textbook. *UNITI-DANA*. Moscow, 2000. 543 p.

21. Suslov A.G., Gorlenko O.A. Experimental and statistical method to ensure the surface quality of machine parts. *Mechanical Engineering-1*. Moscow, 2003. 303 p.



# Идентификация рисков при декларировании соответствия продукции

**А.В. Краев**

ведущий инженер по качеству  
ООО «Арвато Рус»; г. Ярославль

e-mail: alex.kraev@gmail.com

**В.А. Иванова**

к.т.н., доцент Ярославского  
государственного технического  
университета; г. Ярославль

**Аннотация.** В статье установлены источники, причины и последствия риска процесса декларирования соответствия с применением методологии функционального моделирования *IDEF0*.

Риск при декларировании соответствия – это появление на рынке продукции, несоответствующей требованиям технических регламентов, т.е. опасной для потребителя.

Установлено, что к источникам риска при декларировании соответствия относятся следующие процессы: отбор образцов продукции; испытания продукции; проведение производственного контроля; исследование образца для запланированного производства как типового представителя продукции, применяемое на опасных производственных объектах; анализ представленной заявителем технической документации и проведение ее предварительной оценки; испытания образца на месте эксплуатации или исследование образца как представителя всех производимых впоследствии изделий; оценка результатов испытаний (исследований) с позиций доказательности соответствия продукции требованиям технических регламентов; анализ представленных заявителем новых требований к продукции на эквивалентность и полноту в сравнении с установленными в технических регламентах; анализ представленных заявителем доказательств соответствия (результаты расчетов, экспериментов) требованиям, установленным в технических регламентах; оценка риска причинения вреда при применении предлагаемых заявителем требований; сертификация системы менеджмента.

**Ключевые слова:** декларирование соответствия, источник риска, причины риска, процесс, *IDEF0*.

На территории единого экономического пространства стран-участниц Евразийского экономического союза (далее ЕАЭС) действуют единые принципы технического регулирования. Они закреплены Договором об ЕАЭС [1], а также на национальном уровне федеральными законами

стран-участниц ЕАЭС, для Российской Федерации – федеральным законом № 184-ФЗ «О техническом регулировании» [2]. В данных документах говорится о том, что обязательные требования к продукции так же, как и способы подтверждения соответствия продукции этим требованиям, включены в действующие технические регламенты (далее ТР).

Договор об ЕАЭС [1] определяет декларирование соответствия (далее ДС) как форму обязательного подтверждения соответствия выпускаемой в обращение продукции требованиям ТР. Так же, как и сертификация продукции, оно осуществляется по определенным схемам. Каждая схема представляет собой набор действий, результаты которых рассматриваются ими в качестве доказательства соответствия продукции требованиям ТР [3]. Участниками ДС так же, как и обязательной сертификации [4], являются заявитель, орган по сертификации, аккредитованная испытательная лаборатория. При этом к функциям органа по сертификации относится лишь регистрация декларации о соответствии. Соответствие продукции требованиям ТР при ДС обеспечивает заявитель (изготовитель).

Основная цель процесса ДС – это обеспечение рынка соответствующей требованиям ТР продукцией, т.е. продукцией, безопасной для потребителя, поэтому важным является эффективное управление ДС со стороны заявителя [5], в том числе использование методов риск-менеджмента [6]. Поскольку заявитель принимает декларацию о соответствии на основании собственных доказательств (по некоторым схемам дополнительно должны предоставляться документы, выданные органом по сертификации или испытательной лабораторией), а орган по сертификации ее лишь регистрирует, то при недобросовестности участников ДС возникает риск появления на рынке опасной для потребителя продукции.

Одну из составляющих процессного подхода – концепцию управления рисками – применяют в различных сферах деятельности, например в банковском секторе или строительстве, а также в корпоративном управлении [7–10]. Концепция заключается в установлении действий и методов для контроля и управления рисками. Согласно ГОСТ Р 51897-2011 [11], риск – это следствие влияния неопределенности на достижение поставленных целей. Как

говорилось выше, целью процесса ДС является соответствие продукции требованиям ТР. Под следствием влияния неопределенности понимают отклонение от ожидаемого результата или события [11]. При ДС – это появление на рынке продукции, несоответствующей требованиям ТР, т.е. опасной для потребителя. Риск также представляют в виде последствий возможного события и соответствующей вероятности [11]. Последствия риска (тяжесть вреда) при ДС зависят от конкретного вида продукции, а вероятность несоответствия продукции требованиям ТР при ДС зависит от схемы, т.к. именно схемы ДС включают действия, результаты которых и рассматривают в качестве доказательств соответствия продукции требованиям ТР.

В соответствии с ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 [12], процесс оценки риска ДС представляет собой деятельность по определению целей процесса, границ изучаемого объекта, идентификации, анализа, сравнительной оценки риска, а также воздействию на риск. При этом крайне важна идентификация риска, которая содержит процесс обнаружения, распознавания и описания источников рисков, событий, их причин и возможных последствий [11].

Источник риска – это элемент, который отдельно или в комбинации имеет собственный потенциал, чтобы вызывать риск. Событием является возникновение или изменение специфического набора условий, который также носит название «инцидент», «опасное событие», «несчастный случай» и воздействие которого на объект порождает последствия риска [11]. Для определения источника, а также причин и возможных последствий риска построим модель процесса ДС с применением методологии функционального моделирования (IDEFO) [13]. Выявление подпроцессов и их анализ позволит установить этапы ДС, являющиеся источниками риска. На рис. 1–5 представлены модели процесса ДС с применением IDEFO [14], содержащие характерные элементы для различных схем ДС. Для каждого подпроцесса ДС были установлены цели, анализ которых позволил идентифицировать

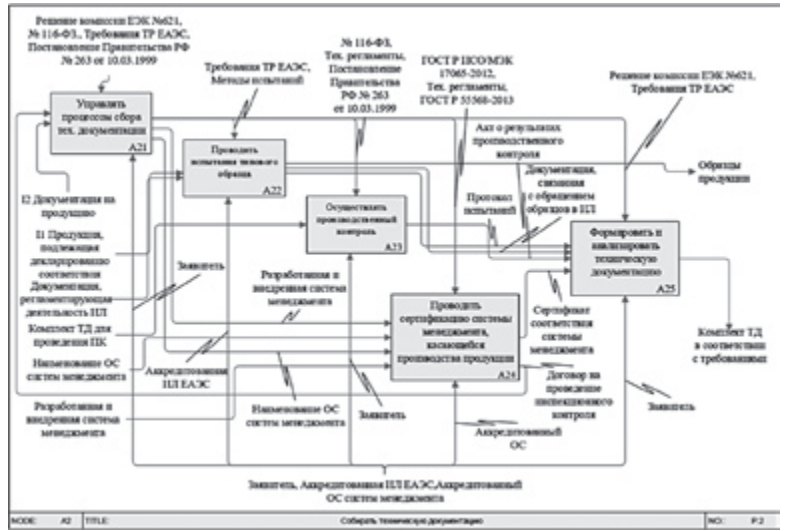


Рис. 1. Декомпозиция процесса ДС по схемам 1Д, 3Д, 5Д и 6Д

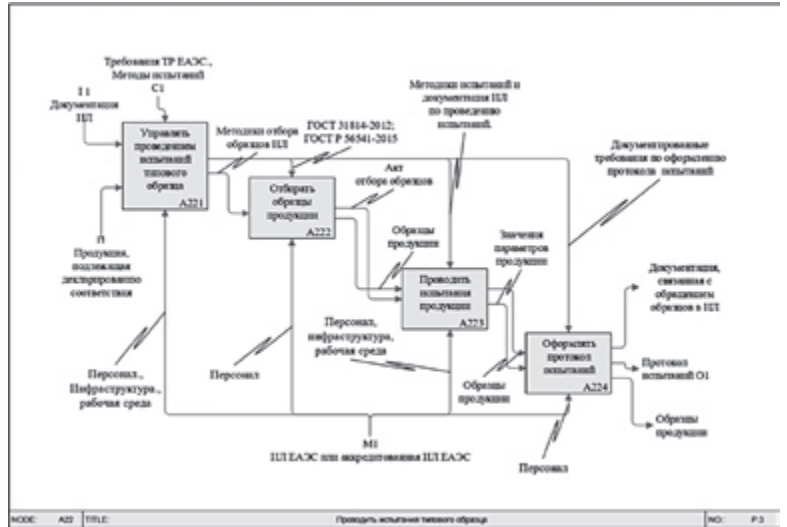


Рис. 2. Декомпозиция процесса ДС схем 1Д-4Д и 6Д

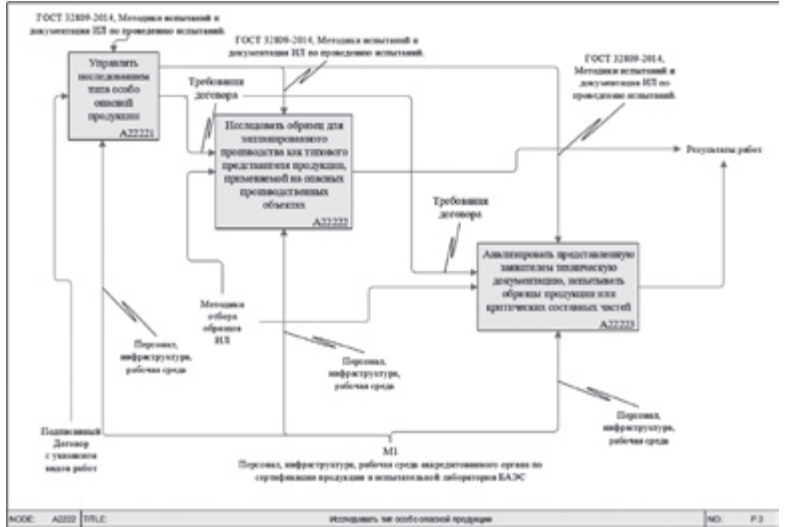


Рис. 3. Декомпозиция процесса ДС схем 5Д

academquality.ru





Рис. 4. Декомпозиция процесса ДС схем 5Д



Рис. 5. Декомпозиция процесса ДС схем 5Д

подпроцессы, влияющие на вероятность выпуска на рынок продукции, не соответствующей требованиям ТР, которые и станут источниками риска (табл. 1).

Построенные модели ДС позволили установить причины рисков при ДС с учетом того, что последствием риска является появление на рынке продукции, несоответствующей требованиям ТР, т.е. опасной для потребителя (табл. 2).

Таким образом, на основе проведенного анализа процесса ДС с применением методологии функционального моделирования IDEF0 были идентифицированы источники риска процесса ДС и их причины. Установлено, что к источникам риска при ДС относятся процессы:

- отбор образцов продукции;
- испытания продукции;
- осуществление производственного контроля [15];
- исследование образца для запланированного производства как типового представителя продукции, применяемое на опасных производственных объектах;
- анализ представленной заявителем технической документации и проведение ее предварительной оценки;
- испытания образца на месте эксплуатации или исследование образца как представителя всех производимых впоследствии изделий;

Таблица 1.

Источники риска при декларировании соответствия

Схема ДС	Блок	Наименование процесса — источник риска
1Д-4Д, 6Д	A222	Отбирать образцы продукции
1Д-4Д, 6Д	A223	Проводить испытания продукции
1Д, 3Д, 5Д, 6Д	A23	Осуществлять производственный контроль
5Д	A22222	Исследовать образец для запланированного производства как типового представителя продукции, применяемой на опасных производственных объектах
5Д	A22223	Анализировать представленную заявителем техническую документацию
5Д	A22232	Анализировать представленную заявителем техническую документацию и проводить ее предварительную оценку
5Д	A22234	Проводить испытания образца на месте эксплуатации или исследование образца как представителя всех производимых впоследствии изделий
5Д	A22235	Выполнять оценку результатов испытаний (исследований) с позиций доказательности соответствия продукции требованиям ТР
5Д	A22242	Анализировать представленные заявителем новые требования на эквивалентность и полноту в сравнении с установленными в ТР
5Д	A22244	Анализировать представленные заявителем доказательства соответствия (результаты расчетов, экспериментов) требованиям, установленным в ТР
5Д	A22245	Оценивать риски причинения вреда при применении предлагаемых заявителем требований
5Д	A22246	Проводить испытания образца продукции
6Д	A24	Сертифицировать систему менеджмента

## Причины появления риска при декларировании соответствия

Блок	Причины	Событие
A22232	Нарушение условий проведения анализа по всем указанным в ТР требованиям	Отсутствие доказательств соответствия продукции по всем параметрам, указанным в ТР
A222	Нарушение требований к отбору образцов в части идентификации продукции и представительности выборки	Недостоверность значений показателей при испытаниях продукции
A223, A22246, A22234	Несоблюдение требований к процессам и ресурсам, предъявляемых к компетентности испытательных лабораторий	
A23	Несоблюдение требований, предъявляемых к подтверждению стабильности характеристик продукции	
A22235, A22244	Отсутствие полноты полученных значений показателей и их соответствия требованиям ТР	Несоответствие значений выявленных показателей требованиям ТР или наличие неполного их перечня
A22242	Несоответствие требований заявителя требованиям ТР	Несоответствие продукции требованиям ТР
A22245	Недостоверность значений рисков	Причинение вреда при применении новых требований и несоответствие продукции требованиям ТР
A24	Отсутствие способности выполнять требования к продукции и услугам	Выпускаемая продукция не соответствует законодательным и нормативно-правовым требованиям, применяемым к продукции

- оценка результатов испытаний (исследований) с позиций доказательности соответствия продукции требованиям ТР;
- анализ представленных заявителем новых требований к продукции на эквивалентность и полноту в сравнении с установленными в ТР;
- анализ представленных заявителем доказательств соответствия (результаты расчетов, экспериментов) требованиям, установленным в ТР;
- оценка риска причинения вреда при применении предлагаемых заявителем требований;
- сертификация системы менеджмента.

## Литература

1. Договор о Евразийском экономическом союзе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.economy.gov.ru>.
2. О техническом регулировании: ФЗ от 27 декабря 2002 № 184-ФЗ // «Российская газета» от 31 декабря 2002 г. № 245, Собрание законодательства РФ. 2002. № 52 (часть I). Ст. 5140. С. 27.
3. Решение Комиссии Таможенного союза от 7 апреля 2011 года № 621 «Положение о порядке применения типовых схем оценки (подтверждения) соответствия требованиям технических регламентов Таможенного союза». – Режим доступа: <http://www.tks.ru/docs/10021041>.
4. Иванова В.А. Кто относится к участникам обязательной сертификации? // Век качества. – 2009. – № 6. – С. 32–44.

5. Иванова В.А., Краев А.В. Анализ требований к декларированию соответствия в технических регламентах // Методы оценки соответствия. – 2013. – № 6 – С. 24–27.

6. Родионов А.С. Управление рисками и риски управления в турбулентной бизнес-среде // Actualscience. – № 2016. – № 4. – Т. 2. – С. 99–101.

7. Паночкина Л.В. Модульное приложение «1С: управление рисками» как инновация в управлении рисками инвестиционно-строительных проектов // Российское предпринимательство. – 2014. – № 5(251). – С. 49–54.

8. Лурье К.М. Моделирование стратегии управления риском ликвидности банковской системы Российской Федерации как инструмент управления денежно-кредитной политикой // Казанский экономический вестник. – 2012. – № 1. – С. 69–75.

9. Кашинова Н.Э. Идентификация и классификация рисков как инструменты управления рисками в антикризисном управлении современным предприятием // Научно-методический электронный журнал концепт. – 2014. – № 5. – С. 101–105.

10. Журавлева М.А. Управление риском как часть системы управления охраной труда // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации. Сб. научн. тр. XI Международной научно-практической конференции. – 2014. – Т. 2. – С. 75–79.



11. ГОСТ Р 51897-2011/Руководство ИСО 73:2009. Менеджмент риска. Термины и определения: Национальный стандарт Российской Федерации. – М.: Стандартиформ, 2012. – 13 с.

12. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Менеджмент риска. Методы оценки риска. – М.: Стандартиформ, 2012. – 70 с.

13. Р 50-1-028-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования. – Введ. 2002-07-01. – М.: Издательство стандартов, 2003. – 50 с.

14. Иванова В.А., Краев А.В. Исследование декларирования соответствия с применением методологии функционального моделирования IDEF0 // Справочник. Инженерный журнал с приложением. – 2012. – № 11. – С. 39–43.

15. Иванова В.А., Краев А.В. Производственный контроль при декларировании соответствия // Качество и жизнь. – 2015. – № 4(8). – С. 69–73.

### Identification of Risks when Declaring Compliance of Products

*A.V. Kraev, the lead engineer on quality of LLC Arvato Rus; Yaroslavl*

*e-mail: alex.kraev@gmail.com*

*V.A. Ivanova, candidate of technical sciences, associate professor of the Yaroslavl state technical university; Yaroslavl*

**Summary.** The article establishes the sources, causes and consequences of the risk of the declaration of conformity using the methodology of functional modeling IDEF0.

The risk in declaring compliance is the appearance on the market the products that do not meet the requirements of technical regulations, i.e. dangerous to the consumer.

It has been established that the following processes belong to the sources of risk when declaring compliance: sampling of products; product testing; production control; study of the sample for the planned production as a typical representative of products used at hazardous production facilities; analysis of the technical documentation submitted by the applicant and its preliminary assessment; on-site testing or sample testing as representative of all subsequently manufactured products; evaluation of the results of tests (studies) from the standpoint of evidence of product compliance with the requirements of technical regulations; analysis of the new requirements for products for equivalence and completeness presented by the applicant in comparison with those established in technical regulations; analysis of the evidence of compliance submitted by the applicant (results of calculations, experiments) with the requirements

established in technical regulations; assessment of the risk of harm when applying the requirements proposed by the applicant; management system certification.

**Keywords:** declaration of conformity, risk source, risk causes, process, IDEF0.

### References:

1. Contract on the Eurasian Economic Union. Available at: <http://www.economy.gov.ru>

2. Federal Law of December 27, 2002 No. 184-FZ «On technical regulation». *Rossiyskaya Gazeta of December 31, 2002 N 245, the Collection of the legislation of the Russian Federation*. 2002, No. 52 (part I), Article 5140. p. 27.

3. Decision of the Commission of the Customs union of April 7, 2011 N 621 «Provision on an order of application of standard schemes of assessment (confirmation) of compliance to requirements of technical regulations of the Customs union». Available at: <http://www.tks.ru/docs/10021041>.

4. Ivanova V.A. Who treats participants of obligatory certification? *Century of quality*. 2009, No. 6. pp. 32–44.

5. Ivanova V.A., Kraev A.V. The analysis of requirements to declaring of compliance in technical regulations. *Compliance assessment methods*. 2013, No. 6. pp. 24–27.

6. Rodionov A.S. Risk management and risks of management in a turbulent business environment. *Actualscience*. 2016. No. 4, volume 2. pp. 99–101.

7. Panochkina L.V. Modular application «1C: risk management» as an innovation in risk management of investment and construction projects. *Russian business*. 2014, No. 5(251). pp. 49–54.

8. Lurye K.M. Modeling of strategy of management of risk of liquidity of a banking system of the Russian Federation as instrument of management of monetary policy. *Kazan economic bulletin*. 2012, No. 1. pp. 69–75.

9. Kashinova N.E. Identification and classification of risks as instruments of risk management in crisis management by the modern enterprise. *Scientific and methodical online magazine a concept*. 2014, No. 5. pp. 101–105.

10. Zhuravleva M.A. Management of risk as part of a control system of labor protection. Modern tool systems, information technologies and innovations. *Collection of scientific works of the XI International scientific and practical conference*. 2014, volume 2. pp. 75–79.

11. ГОСТ Р 51897-2011. Management of ISO 73:2009. Management of risk. Terms and definitions: National standard of the Russian Federation. Moscow, Standartinform Publ., 2012. 13 p.

12. State standard of Russia ISO/MEK 31010-2011. Management of risk. Risk assessment methods. Moscow, Standartinform Publ., 2012. 70 p.

13. Р 50-1-028-2001. Information technologies of support of life cycle of products. Methodology of functional modeling. Moscow, Standards Publishing House. 2003. 50 p.

14. Ivanova V.A., Kraev A.V. Research of declaring of compliance with application of methodology of functional modeling of IDEF0. *Reference book. The engineering magazine with the application*. 2012, No. 11. pp. 39–43.

15. Ivanova V.A., Kraev A.V. Production control when declaring compliance. *Quality and life*. 2015, No. 4(8). pp. 69–73.



# Цифровизация России – путь к повышению качества жизни населения



## Е.А. Сысоева

д.э.н., доцент, профессор кафедры статистики, эконометрики и информационных технологий в управлении Национального исследовательского Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарёва; Республика Мордовия, г. Саранск  
e-mail: sysyowa@mail.ru

**Аннотация.** В статье рассматриваются направления применения информационных технологий, которые в настоящее время становятся важнейшим инструментом устойчивого повышения качества жизни граждан. Приводятся сферы окружающего человека пространства, где эффективное использование цифровых технологий делают жизнь человека удобной, комфортной и безопасной. Показано, что цифровизация России придаст мощный импульс развитию отечественной экономики и будет способствовать созданию условий для обеспечения достойного уровня качества жизни населения страны.

**Ключевые слова:** качество жизни населения, цифровые технологии, сеть Интернет, «умный город», цифровые платформы, цифровизация.

## Введение

Характерной особенностью современного развития мирового пространства является признание главной роли человеческого капитала, который выступает основой экономического роста и создания инновационной экономики.

Генеральной ассамблеей ООН 25 сентября 2015 г. принята декларация «Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года», которая содержит 17 глобальных целей и 169 соответствующих задач в области устойчивого развития на период до 2030 г., обеспечивающих сбалансированность трех компонентов устойчивого развития: экономического, социального и экологического [1]. Реализация поставленных целей и задач должна обеспечиваться в рамках активизации глобального партнерства 193 государств – членов Организации Объединенных Наций, в том числе Российской Федерации. Среди целей в области устойчивого развития – «повсеместная ликвидация нищеты во всех ее формах» (цель 1), «ликвидация голода, обеспечение продовольственной безопасности

*Развитие человеческого потенциала вознаграждается, как мы видели, не только непосредственным улучшением качества жизни, но и усилением способности людей к активной деятельности и, следовательно, экономическим ростом, затрагивающим широкие слои населения.*

**Амартия Сен «Развитие как свобода»**

и улучшение питания и содействие устойчивому развитию сельского хозяйства» (цель 2), «обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте» (цель 3), «обеспечение всеохватного и справедливого качественного образования и поощрение возможности обучения на протяжении всей жизни для всех» (цель 4), «обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех» (цель 6), «содействие поступательному, всеохватному и устойчивому экономическому росту, полной и производительной занятости и достойной работе для всех» (цель 8), «обеспечение открытости, безопасности, жизнестойкости и экологической устойчивости городов и населенных пунктов» (цель 11), т.е. цели, предусматривающие достижение высокого качества жизни человека, направленные на создание комфортных условий его жизнедеятельности, способствующие активной, творческой и полноценной жизни человека в обществе [1]. В этой связи благополучное развитие общества, в котором будет обеспечен переход к современной модели устойчивого развития для повышения качества жизни человека, становится важнейшей государственной задачей, стоящей перед руководством Российской Федерации.

Президентом России Владимиром Путиным 7 мая 2018 г. подписан указ «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», в котором Правительству РФ поручено обеспечить достижение национальных целей, в числе которых – необходимость повышения уровня жизни граждан, создание комфортных условий для их проживания, а также условий и возможностей для самореализации и раскрытия таланта каждого человека [2].

Постоянно происходящие изменения в мировом пространстве требуют инновационных под-



ходов к созданию оптимальных условий жизни и деятельности человека, определяющих высокое качество его жизни. Такими подходами становятся цифровые технологии, которые в ближайшие годы будут главными для обеспечения стратегических целей устойчивого развития на пути повышения качества жизни населения. Именно в цифровых технологиях заложен значительный потенциал для формирования комфортных условий жизни и деятельности человека и достижения высокого качества жизни в целом, которые характеризуются удобством, доступностью и высоким качеством услуг во всех сферах жизни, во всем, что окружает человека и с чем он встречается в повседневной жизни. И только в том случае, если данные услуги комфортны, можно говорить о здоровом обществе.

Население может получить множество преимуществ в результате развития цифровых технологий, дающих возможность создавать безопасные и комфортные условия для проживания в «умных городах» (*Smart City*), в которых оптимизировано энергопотребление, функционирует удобный и надежный городской транспорт, централизована система контроля состояния городской инфраструктуры, в том числе обеспечены контроль качества уборки общественных территорий, система видеонаблюдения, автоматизация сортировки мусора и т.д. Цифровые технологии в «умных городах» способствуют повышению доступности, качества и удобства получения населением услуг в таких важнейших жизненных сферах, как муниципальные и государственные услуги, медицина, образование. С помощью цифровых технологий можно в любой момент получить доступ к знаниям, которые человечество аккумулировало веками, к неограниченному потоку информации в социальных сетях, причем совершенно бесплатно. Цифровые торговые площадки создают интенсивную ценовую конкуренцию, и население может дожидаться выгодных предложений, а публикуемые пользовательские отзывы содержат информацию о товарах, стимулируя участников рынка обеспечивать высокое качество продуктов и услуг.

Цифровые технологии напрямую связаны с высоким качеством жизни, поэтому во всех развитых странах мира цифровизации уделяется пристальное внимание.

В принятой 28 июля 2017 г. программе «Цифровая экономика Российской Федерации» № 1632-р определена миссия развития цифровой экономики в России, заключающаяся, кроме прочего, и в повышении качества жизни населения. Для осуществления данной задачи программой цифровизации РФ предусмотрено формирование таких направлений,

как создание «умных городов», которые должны быть энергоэффективными и безопасными; создание отраслевых цифровых платформ для главных секторов экономики, в числе которых цифровое здравоохранение, цифровое образование, «умный транспорт», цифровые муниципальные и государственные услуги; получение домашними хозяйствами страны широкополосного доступа в Интернет; повышение уровня цифровой грамотности населения [3].

Сегодня можно говорить о происходящей как в России, так и во всем мировом пространстве, цифровой революции, основным функционером которой является Интернет. Особо следует подчеркнуть, что растет количество домашних хозяйств в России, имеющих персональные компьютеры и доступ в Интернет. Так, если в 2015 г. доля таких хозяйств, в процентах от общего числа домашних хозяйств, составляла соответственно 72,5 % и 72,1 %, то в 2016 г. соответственно – 74,8 % и 74,3 % [4, с. 26].

### Цифровые технологии в жизни современного человека

Повышение качества жизни населения на основе использования информационных технологий обеспечивается созданием «умных городов», формирующих условия развития экономической, социально-политической, культурной и духовной сфер жизни граждан; улучшением системы государственного управления; повышением качества услуг в различных сферах жизнедеятельности населения.

В «умном городе» создаются информационные системы с целью автоматизации таких сфер городской жизни, как жилищно-коммунальное хозяйство (ЖКХ), энергетика, транспорт, государственное и муниципальное управление, экология и охрана окружающей среды, образование, здравоохранение, безопасность городской среды и контроль преступности, информационное обеспечение жителей города и интерактивное управление домохозяйством [5]. Основой создания «умных городов» являются интеллектуальные мобильные устройства и высокоскоростные сети для доступа к ним, сенсоры, встраиваемые в городскую среду.

Действующие ресурсы служб «умного города» используются наиболее оптимальным способом и создают максимальный комфорт жителям. С помощью современных информационных технологий меняются городская среда, экономический ландшафт и социальные связи, создается возможность управления муниципальными хозяйствами на более высоком качественном уровне, формируется активный спрос на принципиально новые цифровые сервисы «умного города».

Управление различными сферами современного города – энергетикой, водными ресурсами, освещением, охраной окружающей среды, отходами и т.д. – с помощью информационных технологий объединяется в структурированную, взаимосвязанную экосистему, призванную создавать эффективную и удобную для человека городскую среду.

«Умное ЖКХ» является частью концепции «умного города», отвечающее за автоматизацию ЖКХ с целью своевременного получения показаний счетчиков, контроля за работой оборудования, предотвращения возможных аварийных ситуаций, прозрачности работы объектов ЖКХ. Перед «умным ЖКХ» стоят задачи по эффективному использованию энергоресурсов, водных ресурсов, автоматизации снятия и передачи показаний счетчиков с целью исключения неправильности их значений из-за человеческого фактора, удобному контролю за потреблением коммунальных услуг через личные кабинеты и сервисы, предоставляемые поставщиками, эффективному управлению приборами учета в целом. Очень важно, что технологии «умного ЖКХ» будут способствовать снижению платы жильцов за пользование коммунальными услугами. Жители могут оповещаться о профилактических и ремонтных работах при помощи домофона, ими может быть получен доступ в подъезды с помощью смартфонов вместо ключей. «Умные мусорные контейнеры», используя сенсоры, смогут контролировать уровень наполнения контейнера и отправлять информацию специализированным службам о необходимости вывоза мусора.

Цифровые технологии в энергетике «умного города» являются основополагающим компонентом, способствующим снижению уровня выбросов вредных веществ в атмосферу, внедрению инноваций в сервис-ориентированной энергетической системе в целях обеспечения потребителей услугами высокого качества. В настоящее время в энергетике применяются цифровые технологии, которые получили название «интеллектуальные (умные) сети» (*Smart Grids*). Принцип работы «умной сети» основан на получении поставщиком и потребителем информации по использованию энергоресурсов путем мониторинга на всех участках сети, в результате чего поставщик и получатель могут оперативно управлять энергоресурсами. При аварийной ситуации «умные сети» имеют возможность автоматически определять критические участки сети и за короткое время передавать электроэнергию резервными путями, параллельно восстанавливая электроснабжение. Для потребителя в составе «умной сети» важным является наличие «интеллектуального (умного) счетчика» (*Smart Meter*). «Умный счетчик» – это прибор учета энерго-

ресурсов с множеством возможностей, который контролирует величину потребленных энергоресурсов и периодически направляет информацию с помощью телекоммуникационной сети поставщику энергоресурсов или в центр по учету и расчету жилищных и коммунальных услуг. «Умные счетчики», кроме расхода электроэнергии, измеряют также расход газа, воды, тепла, имеют возможность длительно хранить значения потребленных энергоресурсов, взаимодействовать с информационной управляющей системой для учета допуска прибора и ряд других возможностей. Применение инновационных технологий «умных сетей» и «умных счетчиков» будет способствовать тому, что все промышленные и бытовые энергоприемники станут взаимодействовать в информационной сети, будут управляемыми и способными самостоятельно измерять и оптимизировать собственное потребление электроэнергии, обеспечив, в конечном счете, энергосбережение и повышение энергоэффективности.

Новые мобильные экосистемы и транспортные приложения «умного города» обеспечивают безопасность, мобильность и удобство для человека. Интеллектуальные транспортные системы (*ITS*), созданные на базе цифровых технологий, дают возможность устанавливать автоматическую связь между объектами инфраструктуры и транспортным средством (*V2I*) или между транспортными средствами (*V2V*).

В настоящее время в крупных городах началось внедрение системы интеллектуального управления транспортом. Использование цифровых технологий в транспортной сфере позволяет отслеживать и оповещать о наличии критических ситуаций на дорогах, изменять маршруты движения в режиме реального времени, предупреждать пассажиров и водителей транспорта об альтернативных маршрутах и транспортных средствах, информировать водителей о загруженности улиц, предотвращать столкновения, указывать водителю на пересечение дорожных полос или опасные маневры, осуществлять автоматическое управление машиной, контролировать состояние водителя, не позволяя ему заснуть. С помощью встраиваемых в машины устройств система информирования водителей (*VICS*) принимает информацию через сенсоры, установленные на объектах дорожной инфраструктуры, например, на дорожном полотне, на камерах наблюдения, с помощью «машин-зондов» (мобильных пунктов наблюдения за дорожным движением), а также путем применения установленных бортовых систем, которые собирают информацию о скорости движения транспортного потока, погоде и состоянии дорог. Вся эта инфор-





мация системой VICS обрабатывается и переводится в цифровой вид, затем рассылается по бортовым навигационным системам, пользователи которых имеют возможность получать информацию в режиме реального времени в виде текста, в графическом изображении или в виде карты, которая доступна любым устройствам и сервисам, например, ГЛОНАСС/GPS-навигатор, мобильный телефон или специализированные веб-сайты. С помощью мобильного приложения Яндекс.Такси доступна информация о перемещении заказанной машины, представляется возможность определения местоположения ближайшего такси с помощью онлайн-карты. В городах размещаются «умные остановки», оборудованные сенсорными панелями, с помощью которых пассажиры могут представить свой путь на интерактивной карте и определить точное время прибытия автобуса или троллейбуса. Вся информация, поступающая от автобусов, оборудованных системой GPS или ГЛОНАСС, способствует созданию интерактивных табло, онлайн-ресурсов и приложений, которые информируют жителей о том, сколько времени им придется ожидать автобус. Для удобства автомобилистов парковки оснащаются интеллектуальной системой, которая дает возможность оперативно получать информацию о свободных парковочных местах в режиме реального времени.

Еще одной очень важной областью применения цифровых технологий является обеспечение общественной безопасности, состоящее в предотвращении и ликвидации стихийных бедствий и пожаров, снижении уровня преступности. Это относится и к национальной безопасности, обеспечивающей защиту личности, общества и государства как от внутренних, так и от внешних информационных угроз. Национальная безопасность обеспечивает реализацию конституционных прав и свобод человека, создает достойный уровень и качество жизни граждан, устойчивое социально-экономическое развитие и суверенитет России в условиях функционирования цифровой экономики, а также способствует борьбе с коррупцией и терроризмом, обеспечивает охрану объектов стратегического значения. Важной составляющей безопасности является экономическая безопасность, к которой в первую очередь следует отнести предотвращение мошенничества и которая непосредственно связана с кибербезопасностью, а также с обеспечением неприкосновенности частной жизни – с защитой систем от взлома с целью кражи средств или получением закрытой информации.

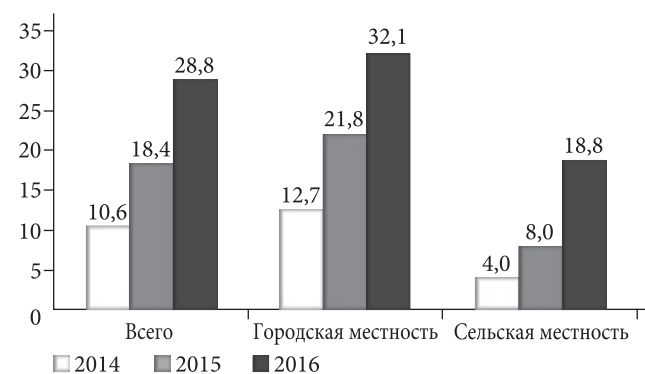
Цифровые технологии также играют важную роль в обеспечении экологической безопасности, в предотвращении техногенных катастроф.

Для обеспечения перечисленных видов безопасности разработка и реализация мероприятий по внедрению информационных технологий базируется на применении российских технологий обеспечения целостности, конфиденциальности, аутентификации и доступности передаваемой информации и процессов ее обработки; преимущественном использовании отечественного программного обеспечения и оборудования; применении технологий защиты информации с использованием российских криптографических стандартов.

Социально чувствительной сферой «умного города» являются государственные и муниципальные услуги, которые население может получать с использованием Интернета.

За последние несколько лет в России созданы государственные цифровые платформы, сопоставимые с аналогичными системами в ведущих странах мира. Количество пользователей системы государственных и муниципальных услуг в электронной форме увеличилось за 2016 г. в два раза и достигло 40 млн человек, что составляет 51,3 % активных пользователей Интернета в России [4]. Благодаря переводу процессов и услуг в цифровой формат и проведению сопутствующих организационных преобразований было существенно улучшено качество государственных услуг, сократились затраты на их предоставление, они стали более доступными для граждан и бизнеса. При этом численность населения, использующего Интернет для получения государственных и муниципальных услуг, с каждым годом увеличивается (рис. 1) [4, с. 134].

Если в 2014 г. численность населения, использующего Интернет для получения государственных и муниципальных услуг, составляла 10,6 % от общей численности населения в возрасте 15–72 лет, то в 2016 г. она возросла до 28,8 %. Следует отметить, что рост данного показателя характерен как для городской местности: 12,7 % в 2014 г. и 32,1 %



**Рис. 1. Население, использующее Интернет для получения государственных и муниципальных услуг, по типу местности (% от общей численности населения в возрасте 15–72 лет)**

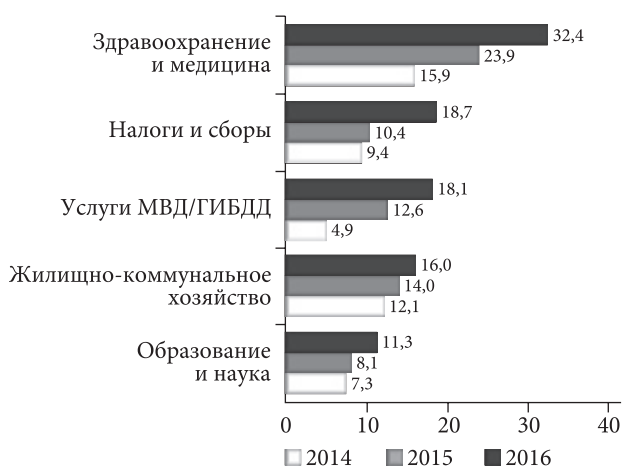
в 2016 г., так и для сельской: 4,0 % в 2014 г. и 18,8 % в 2016 г.

Граждане могут пользоваться широким набором государственных и муниципальных услуг, таких как получение паспорта и водительского удостоверения, регистрация автомобиля, запись в детский сад и школу, оплата налогов и штрафов, подача декларации о доходах, регистрация бизнеса, оформление свидетельства о рождении, регистрация транспортного средства и многое другое. В России внедряется единая государственная информационная система социального обеспечения (ЕГИССО), которая содержит полную информацию обо всех мерах социального обеспечения, выплатах и компенсациях. Ответственным за ведение ЕГИССО является Пенсионный фонд России (ПФР), предоставляющий услуги в электронном виде. Сегодня удаленно можно получить 44 услуги ПФР в «личном кабинете гражданина» на официальном сайте ПФР, кроме того, вкладка ПФР имеется на Едином портале государственных услуг.

Наиболее популярные категории государственных и муниципальных услуг, получаемые населением России через Интернет, приведены на рис. 2 [4, с. 138].

Как показывают исследования, наибольшей популярностью среди населения пользуются услуги в сфере здравоохранения и медицины, получаемые с использованием Интернета: в 2014 г. этот показатель составлял 15,9 % от общей численности населения в возрасте 15–72 лет, получающего государственные и муниципальные услуги, в 2016 г. – 32,4 %.

Планируется создание государственной цифровой платформы, которая будет базироваться на об-



**Рис. 2. Наиболее популярные категории государственных и муниципальных услуг, получаемые населением через Интернет (% от общей численности населения в возрасте 15–72 лет, получающего государственные и муниципальные услуги)**

щей массе данных и объединять все ведомственные системы. Государственные услуги будут переведены в электронную форму с системой биометрической идентификации, при этом предполагается, что каждый гражданин в России к 2019 г. получит единый идентификатор. Идентифицируясь в государственной платформе, человек получит доступ к необходимым для него цифровым платформам. К примеру, при рождении ребенка государственные сервисы автоматически будут проводить начисление всех положенных выплат на банковскую карту матери, направят свидетельство о рождении ребенка по адресу проживания родителей, при этом проведут регистрацию ребенка в электронном реестре жильцов и поставят его на очередь в соответствующее дошкольное учреждение.

Цифровая трансформация отрасли здравоохранения в значительной степени определяет качество жизни населения. На сегодняшний день перед здравоохранением стоит ряд сложнейших вопросов, включая старение населения и рост стоимости медицинской помощи. Наиболее эффективным ответом на эти вызовы является цифровое преобразование отрасли, которое должно затронуть широкий спектр проблем и задач, включая автоматизацию операционных процессов, алгоритмов и протоколов лечения, внедрение электронного сбора данных о работе медицинских учреждений, о клинических показателях пациентов и последующее применение статистических методов анализа, использование удобных онлайн и мобильных приложений, внедрение инструментов телемедицины.

В соответствии со вступившим в действие с 1 января 2018 года Федеральным законом от 29 июля 2017 года № 242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере здравоохранения» [6] (закон о телемедицине) удаленно можно проводить консультации пациента и его представителей, оценку эффективности лечения и коррекцию диагноза, принимать решение о необходимости очного приема пациента. Телемедицина должна способствовать расширению возможностей здравоохранения, повышать его доступность, что является крайне актуальным с учетом российских расстояний и труднодоступности отдаленных районов. Введение телемедицины в практику медицинских учреждений позволит обеспечить пациентов инновационными медицинскими услугами, что в итоге повлияет на повышение эффективности оказания медицинских услуг и тем самым поможет снизить смертность и увеличить продолжительность жизни населения страны.



В целом применение информационных технологий в сфере здравоохранения будет способствовать повышению эффективности работы медицинского персонала и качества диагностики, медицинские услуги станут более доступными как в больших городах, так и в малонаселенных районах. Часть бумажной работы будет переводиться в электронную форму, автоматизируются процессы медицинского обслуживания, включая запись на прием, получение лабораторных анализов, вызов врача на дом. Цифровизация отрасли повысит доступность, качество и эффективность оказания медицинских услуг населению.

В цифровой экономике значительные изменения должны затронуть рынок труда. Цифровые технологии могут оказать положительное влияние на данный рынок, так как облегчат работодателю поиск кадров, а потенциальным работникам сократят сроки поиска работы, повысят производительность труда сотрудников, улучшат ситуацию с вовлеченностью кадров в экономику путем создания дистанционных рабочих мест.

Использование современных цифровых платформ для поиска работы позволяет кандидатам улучшать карьерные возможности благодаря доступу к обширной базе актуальных вакансий. С появлением подобных порталов формируется тенденция к переходу на цифровые средства поиска работы. Цифровые платформы способствуют повышению производительности труда, поскольку они обеспечивают более точное соответствие профиля соискателя предлагаемой вакансии. Кроме того, цифровые платформы позволяют уменьшить теневую занятость и время поиска работы.

Внедрение современных цифровых инструментов во все сферы жизни способствует появлению новых профессий и рабочих мест, не существовавших ранее. Если такие профессии, как программист и разработчик баз данных, стали популярными сравнительно давно, то специализация на анализе больших массивов данных и защите частных данных, цифровой маркетинг и продвижение в социальных сетях, профессия блогера и другие специальности получили широкую популярность лишь в последние годы. Благодаря современным технологиям появляется возможность работы в удаленном режиме, что позволяет повысить эффективность трудоустройства специалистов из регионов, где локальный спрос на них ограничен. Цифровые технологии помогают работникам приобретать новые знания и навыки методом дистанционного электронного обучения для повышения собственной квалификации либо освоения новых профессий. Массовые открытые онлайн-курсы позволяют получать новые знания в режиме, который предпо-

читителен самим учащимся, а по итогам прохождения таких занятий могут выдаваться признаваемые сертификаты об освоении того или иного образовательного модуля. Появляется возможность прослушивать учебные курсы даже тогда, когда обучающийся человек находится за несколько тысяч километров от преподавателя. Широкое использование систем онлайн-образования дает возможность работникам развивать дополнительные компетенции, необходимые для формирования карьерного пути в цифровую экономику.

С внедрением цифровых технологий будет радикально реформироваться банковская система. Для повышения скорости и удобства оказания финансовых услуг населению большинство российских банков имеют возможность перевода клиентов на каналы дистанционного обслуживания. Быстрому переходу на цифровое банковское обслуживание в России способствует готовность населения приобретать банковские услуги через Интернет. Основной финансовый продукт, который россияне приобретают таким образом, – это депозиты (92 % всех цифровых продаж), в то время как доля продаж кредитных и прочих продуктов (дебетовых карт, страховок и др.) составляет всего 8 %. Эти свидетельства о том, что потенциал увеличения продаж кредитных и других продуктов через Интернет у российских банков пока реализован не полностью. Центральный банк РФ объявил о планах по запуску нескольких пилотных проектов, которые должны ускорить изменения в этой области. В частности, проводится работа по внедрению Единой системы идентификации и аутентификации (ЕСИА) портала «Госуслуги», с помощью которой можно будет стать клиентом любого банка удаленно после проведения идентификации в данном кредитном банке РФ. Готовность населения к переходу на цифровые каналы банковского обслуживания упрощает процесс взаимодействия банка с населением и открывает широкие возможности для увеличения онлайн-продаж банковских продуктов. Например, ПАО «Сбербанк» вкладывает средства в развитие инновационных разработок, таких как система «Ладошки» для оплаты школьного питания по отпечатку ладони. Удобные технологические решения и комфортное обслуживание через цифровые каналы создают населению дополнительные удобства.

В повседневной жизни население использует Интернет для самых различных целей: участие в социальных сетях в 2015 г. составляло 74,6 %, в 2016 г. – 76,0 %; скачивание фильмов, изображений, музыки, просмотр видео, прослушивание музыки или радио, соответственно, 49,6 % и 51,4 %, поиск информации о товарах и



услугах – 39,6 % и 43,8 %; телефонные звонки или видеоразговоры через Интернет (например, скайп) – 41,3 % и 43,6 %; отправка или получение электронной почты – 41,7 % и 41,6 % (от общей численности населения в возрасте 15–72 лет, использующего Интернет) [4, с. 90-95].

Исследования показывают, что освоение цифровых технологий населением значительно влияет на сферу образования. За 2016 г. удвоилось количество людей, пользующихся массовыми и открытыми онлайн-курсами на российских и зарубежных платформах для получения образования и повышения квалификации. В результате применения информационных технологий совершенствуется содержание и стиль образования, внедряются более современные способы подготовки специалистов в интересах гармоничного взаимодействия человека, природы и общества.

В настоящее время около половины цифровых расходов российского населения приходится на электронную торговлю. Население все активнее использует Интернет для заказа товаров и услуг (рис. 3) [4, с. 109].

Если в 2014 г. доля населения, использующего Интернет для заказа товаров и услуг, составляла 17,8 %, в 2015 г. – 19,6 %, то в 2016 г. возросла до 23,1 % (от общей численности населения в возрасте 15–72 лет, использующего Интернет). Аналогичная тенденция роста доли населения, заказывающего товары и услуги через Интернет, наблюдалась в городской и сельской местности страны. Высоким темпам роста рынка электронной торговли в России способствовали более низкие, по сравнению с традиционной розничной торговлей, цены и сокращение сроков доставки товаров в регионы, расширение предложения от онлайн-ритейлеров, появление новых удобных и недорогих вариантов доставки товаров, таких как специализированные терминалы выдачи товаров (постоматы), а также повышение количества вариантов оплаты и фор-



**Рис. 3. Население, использующее Интернет для заказа товаров и услуг, по типу местности (% от общей численности населения в возрасте 15–72 лет)**

мирование удобных способов возврата товаров в случае необходимости.

## Заключение

Современный этап развития человеческого общества характеризуется повышенным вниманием к качеству жизни, определяющему весь спектр условий жизнедеятельности человека. Стремительно развивающиеся информационные технологии являются инновационным инструментом улучшения качества жизни населения.

Цифровизация способствует новым возможностям трудоустройства, делает доступными и качественными медицину и образование, удобными государственные и муниципальные услуги, создает комфортные условия для жизни населения в городах и сельской местности, обеспечивает национальную, экономическую и общественную безопасность.

Социальными эффектами цифровизации экономики, оказывающими влияние на качество жизни граждан, являются снижение уровня бедности, повышение продолжительности жизни человека, уменьшение негативного воздействия на окружающую среду, сокращение уровня преступности, повышение доступности финансовых услуг, безопасность дорожного движения.

Граждане, активно осваивающие цифровые возможности, получают доступ к новым знаниям, расширяют кругозор, осваивают новые профессии и повышают свою квалификацию.

В принятой программе цифровизации РФ, которая является первым шагом к созданию благоприятной среды для жизни граждан и повышению качества жизни, предусмотрены работы по всем основным сферам жизнедеятельности человека. Цифровизация России придаст мощный импульс развитию отечественной экономики и обеспечит возможность решения важнейшей задачи – повышение качества жизни населения.

## Литература

1. Преобразование нашего мира: Повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 г. Декларация Генеральной ассамблеи ООН от 25 сентября 2015 года. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420355765>.
2. Указ Президента Российской Федерации от 7 мая 2018 года № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года». – Режим доступа: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71837-200>.
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 года № 1632-р об



утверждении программы «Цифровая экономика Российской Федерации». – Режим доступа: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4FHj4PsB79I5-v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>.

4. К.Э. Лайкам и др. Информационное общество в Российской Федерации: статистический сборник. – М.: НИУ ВШЭ, 2017. – 328 с.

5. Чухланцева М.М., Хустенко Л.А., Шелеметьева О.В. «Умный город»: фокус на потребителя // Стандарты и качество. – 2018. – № 3. – С. 26–27.

6. Федеральный закон от 29 июля 2017 года № 242-ФЗ «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения информационных технологий в сфере здравоохранения». – Режим доступа: <http://www.garant.ru/hotlaw/federal/1126336/>.

### Digitalization of Russia – a Way to Improve Quality of Life

*E.A. Sisoeva, doctor of economics, the associate professor, professor of department of statistics, econometrics and information technologies in management of the National research Mordovian state university named after N.P. Ogaryov; Republic of Mordovia, Saransk*

*e-mail: sysoewa@mail.ru*

**Summary.** The article deals with the way of usage of informational technologies becoming effective instrument of steady improvement of people's quality of life. The analysis of human environment spheres where an effective

utilization of digital technologies make human life convenient, comfortable and safe, is introduced into the article. It is shown that the digitalization of Russia will give a powerful impetus to the development of the domestic economy and will contribute to the creation of conditions ensuring a decent level of people's quality of life.

**Keywords:** people's quality of life, digital technologies, Internet, «clever city», digital platforms, digitalization.

### References:

1. Transformation of our world: agenda in the sphere of steady development for the period up to 2030. The Declaration of the General Assembly of the UN dated September 25, 2015. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/420355765>.

2. The decree of the President of the Russian Federation from may 7, 2018 No. 204 «Of national goals and strategic objectives development of the Russian Federation for the period up to 2024». Available at: <http://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71637200/>.

3. Order of the government of the Russian Federation of July 28, 2017 No 1632-p on approval of the program «Digital economy of the Russian Federation». Available at: <http://static.government.ru/media/files/9gFM4Hj4PsB79I5v7yLVuPgu4bvR7M0.pdf>.

4. Laykam K.E., Abdrakhmanova G.I., Gokhberg L.M., Dudorova O.Yu. Information society in the Russian Federation: statistical collection. Rosstat. National research university «Higher school of economics». Moscow, 2017. 328 p.

5. Chuhklantseva M.M., Khustenko L.A., Shelemetieva O.V. «Clever city»: focus on the consumer. *Standards and quality*. 2018, No. 3. pp. 26–27.

6. Federal law from July 29, 2017 No 242-ФЗ «About modification of separate legal acts of the Russian Federation concerning application of information technologies in the field of health care». Available at: <http://www.garant.ru/hotlaw/federal/1126336/>.

# Цифровая обработка оптических снимков поверхности Марса кепстральным методом

DOI: 10.34214/2312-5209-2019-22-2-81-85

## А.А. Пахомов

*д.т.н., ведущий инженер ПАО «НПО «Алмаз»; Москва*

## О.Д. Крееренко

*к.т.н., доцент, кафедра 109Б Московского авиационного института (НИУ); Ростовская область, г. Таганрог*

*e-mail: olgadmk@yandex.ru*

**Аннотация.** Представлен так называемый кепстральный метод цифровой обработки изображений для улучшения их разборчивости, который впервые применен для обработки снимков марсианской поверх-

ности, полученных американскими космическими аппаратами «Маринер» и «Викинг». Визуальный анализ обработанных снимков позволяет выделить новые, ранее неизвестные детали. Снимки получены из Интернета.

**Ключевые слова:** цифровая обработка изображений, американские космические аппараты, снимки поверхности Марса.

## Введение

Задача улучшения качества оптических изображений объектов, полученных при наличии искажений, обусловленных влиянием среды распространения излучения, остается актуальной и в настоящее время в области астрономии, управления транспортом и летательными аппаратами, а также для задач воздушно-космической обороны (обнаружение и селекция целей).

В настоящей работе представлен один из методов цифровой обработки изображений, называемый кепстральным (*kepstrum*) [1]. Эффективность этого метода показана на примере обработки изображений марсианских кратеров.

### Модель изображения

При регистрации оптического изображения, расположенного на значительном удалении от фотоприемника или фотокамеры, неизбежно сказывается искажающее влияние среды распространения принимаемого излучения. Поэтому общая постановка задачи обработки или восстановления кадра изображения сводится к решению уравнения свертки с двумя неизвестными после частичного или полного устранения аддитивного фона [2]:

$$i(\vec{x}) = \int o(\vec{y})h(\vec{y} - \vec{x})d\vec{y}. \quad (1)$$

Здесь  $i(\vec{x})$  – регистрируемое изображение,  $o(\vec{x})$  – исходное неизвестное изображение неизвестного объекта,  $h(\vec{x}, \vec{y})$  – неизвестный импульсный отклик оптической системы, формирующей изображение,  $\vec{x}$  – переменная в плоскости изображения. Переходя к пространственным спектрам, приходим к выражению:

$$I(\vec{\omega}) = O(\vec{\omega})H(\vec{\omega}). \quad (2)$$

Здесь  $H(\vec{\omega})$  – передаточная функция оптической системы,  $O(\vec{\omega})$  – исходное неизвестное изображение неизвестного объекта,  $I(\vec{\omega})$  – пространственный спектр зарегистрированного изображения  $i(\vec{x})$ ,  $\vec{\omega}$  – пространственная частота.

Понятно, что без использования дополнительной информации данная задача неразрешима. В качестве дополнительной информации использовалась финитность и положительность неизвестного изображения  $o(\vec{r})$ , а также аппроксимация передаточной функции гауссоидой с неизвестной дисперсией. При этом рассматривался не непрерывный случай (2), а дискретный – последетекторная обработка изображения. При этом все три сомножителя (2) являлись двумерными полиномами конечной степени. Учитывая особенности двумерных дискретных полиномов конечной степени и аппарат меры Лебега, можно доказать, что уравнение свертки в двумерном дискретном случае почти всегда (в смысле меры Лебега) решается однозначно [4]. Практическое решение этой задачи даже при точном знании передаточной функции  $H(\vec{\omega})$ , где  $\vec{\omega}$  – пространственные частоты, представляет собой также непростую задачу и сводится

либо к винеровской фильтрации с неизвестным регуляризирующим множителем, либо к тихоновским регуляризирующим фильтрам, содержащим кроме регуляризирующего множителя несколько неизвестных стабилизирующих параметров [4]. Таким образом, возникает потребность в использовании гарантированно и монотонно сходящихся методов решения задачи. Ответ на этот вопрос дает применение теории множеств и, в частности, использование операторов проекции на множества функций с заданными свойствами. При решении данной задачи можно использовать множество финитных и множество положительных функций, поскольку предполагается, что изображения имеют конечные размеры и представляют собой распределения интенсивности. При этом очевидно, что данные множества замкнуты.

В общем виде процедура решения подобных некорректных обратных задач сводится к выбору начальной оценки (изображения), проектированию ее на множество финитных функций (учет ограниченности по линейным размерам), проектирование на множество положительных функций (обнуление отрицательных значений) и проектирование на множество функций с заданной информацией о Фурье-спектре.

Согласно известной теореме из функционального анализа (теорема о точке), если всем априорным ограничениям соответствуют выпуклые множества, то подобная процедура монотонно сходится к единственному истинному решению [5]. На практике при создании алгоритмов обработки из-за неизбежных ошибок округления, определения размеров изображения, наличия шумов и т.д. процедура восстановления сходится в некую окрестность, охватывающую выбранную точку и лежащую на пересечении выпуклых множеств. С точки зрения восстановления изображения при применении данного подхода при наличии шумов в итоге будет получено множество изображений, очень похожих на истинное. Однако эти изображения будут отличаться от него небольшими флуктуациями интенсивности, находящимися в пределах дисперсии шума. Внешний же контур изображения почти не отличается от истинного, т.е. восстанавливается намного точнее, чем распределение интенсивности изображения.

Возвращаясь к исходной задаче (2) с точки зрения описанной теории, легко показать, что множество положительных и финитных функции выпуклы [5]. В то же время множество функции (2) с заданным произведением спектров представляет собой гиперболу, т.е. невыпуклое и незамкнутое множество. На первый взгляд кажется, что теория проекций в этом случае не-





применима. Однако описанная трудность вполне преодолима, если вспомнить методы кедральной обработки сигналов и изображений [1], которые сводятся к переходу от самих комплексных спектров к их логарифмам. Фурье-спектры можно записать в виде:

$$I(\vec{\omega}) = O(\vec{\omega})H(\vec{\omega})$$

$$I(\vec{\omega}) = |I(\vec{\omega})| \exp\{i \arg I(\vec{\omega})\} = |I(\vec{\omega}_r)| \exp\{\varphi_r(\vec{\omega})\}.$$

Возьмем от обеих частей (2) логарифмы и приравняем отдельно действительные и мнимые части:

$$\begin{aligned} \ln|I(\vec{\omega})| &= \ln|O(\vec{\omega})| + \ln|H(\vec{\omega})| \\ \varphi_r(\vec{\omega}) &= \varphi_o(\vec{\omega}) + \varphi_n(\vec{\omega}). \end{aligned} \quad (3)$$

Таким образом, из (3) видно, что после логарифмирования множество с заданным произведением превратилось во множество с заданной суммой. Хорошо известно, что множество с заданной суммой – это линия, которая является предельным случаем выпуклого множества. Если ввести обозначение:  $K_r(\vec{\omega}) = \ln|I(\vec{\omega})| + i\varphi_r(\vec{\omega})$ , где  $K_r(\vec{\omega})$  – так называемый кедр изображения, то на языке кедров уравнение (2) запишется не в виде произведения, а в виде суммы:

$$K_r(\vec{\omega}) = K_n(\vec{\omega}) + K_o(\vec{\omega}). \quad (4)$$

Таким образом, возможность перевода невыпуклого множества (2) в выпуклое множество (4) становится очевидной. Также становится очевид-

ной сходимость метода решения уравнения свертки с использованием кедральных спектров или кедральных методов. Стоит отметить, что при моделировании подобной процедуры использовались модифицированные кедры, связанные со спецификой программы (БПФ), при этом модифицированный кедр выглядит следующим образом:

$$H_r^M(\vec{\omega}) = \ln\{|I(\vec{\omega})| + c\} \exp i\varphi(\vec{\omega}),$$

где  $c = 0,00001$ , константа, необходимость которой вызвана неопределенностью значения логарифма при малых значениях аргумента.

Легко видеть, что и для модифицированных кедров линейность множества с заданной суммой сохраняется, т.е. сходимость метода гарантирована. Неизвестная передаточная функция  $H(\vec{\omega})$  аппроксимирована гауссоидой, так же как и ее импульсный отклик, поэтому эта функция являлась действительной и положительной и не имела комплексной составляющей, что приводило к ускорению сходимости.

На рис. 1 и 2 приведены результаты обработки снимков марсианского вулкана кратера *Olympus Mons* [6]. Снимки сделаны космическим аппаратом «Маринер» в 1976 г. Оценочные размеры кратера: 25 км в высоту и 500 км в поперечнике.

На рис. 3 и 4 приведены результаты обработки части марсианского каньона *Valles Marineris* [6]. Оценочные размеры его таковы: высота 10 км, длина 6 000 км, ширина 200 км. Изображения получены в 1976 г. аппаратом «Викинг».

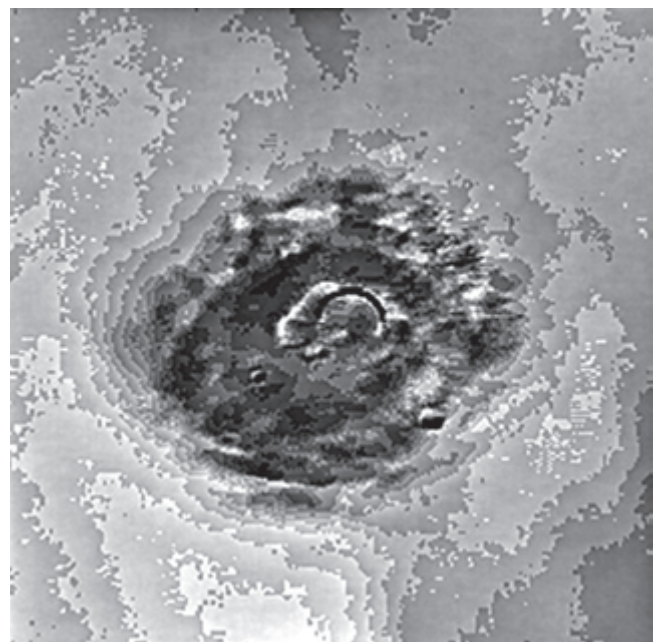
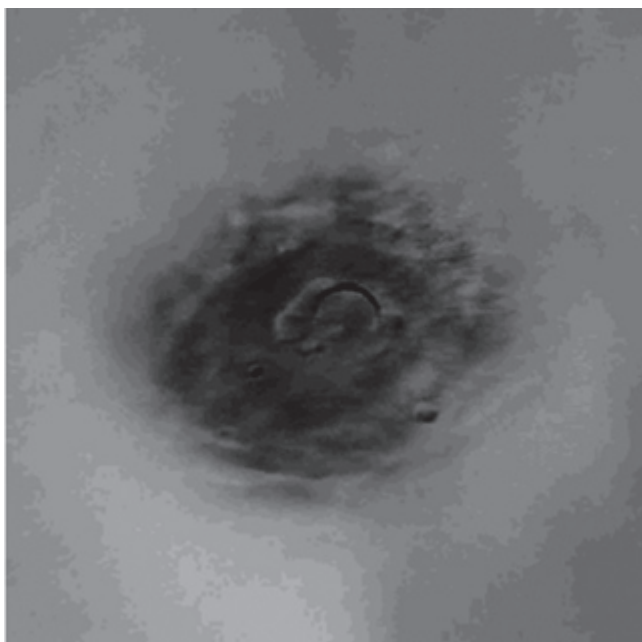


Рис. 1. Слева приведено исходное изображение, справа – обработанное

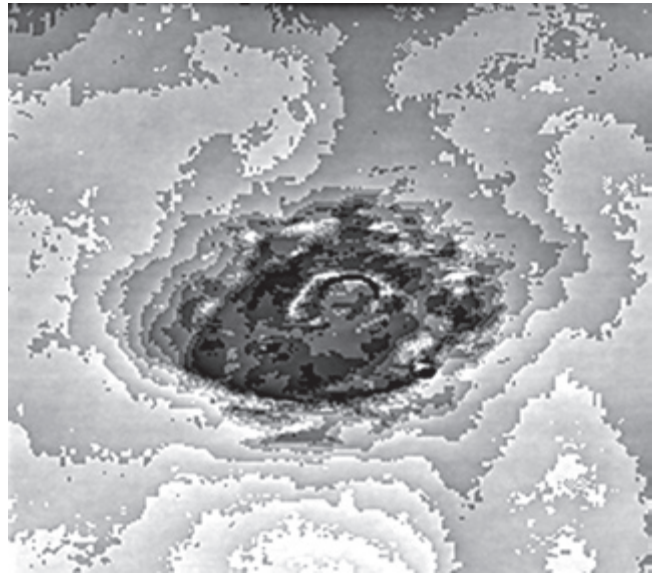
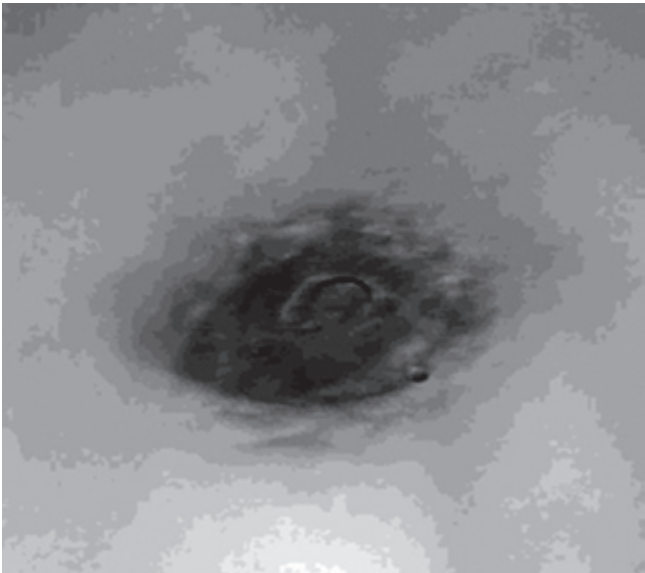


Рис. 2. Слева приведено исходное изображение, справа – обработанное

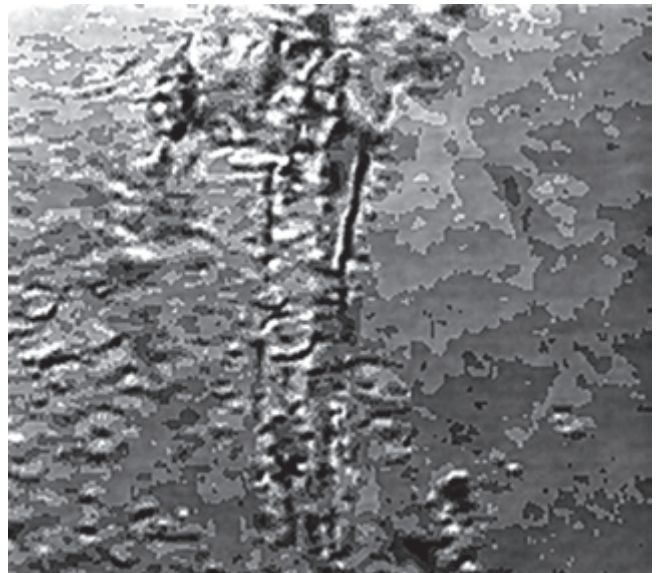
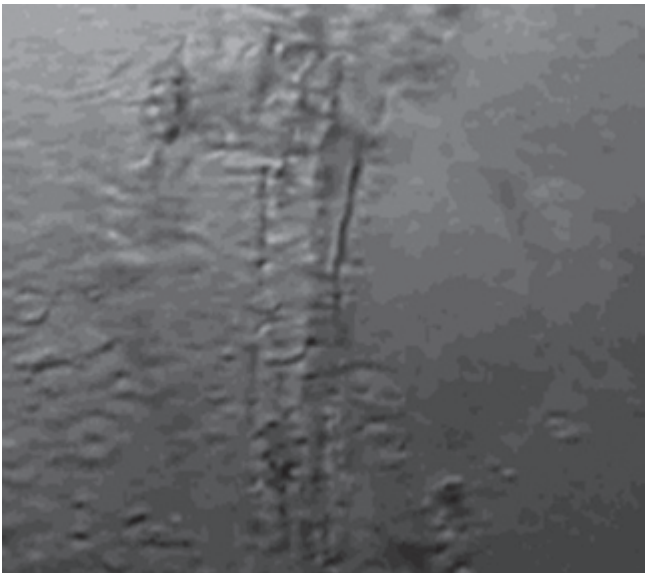


Рис. 3. Слева приведено исходное изображение, справа – обработанное

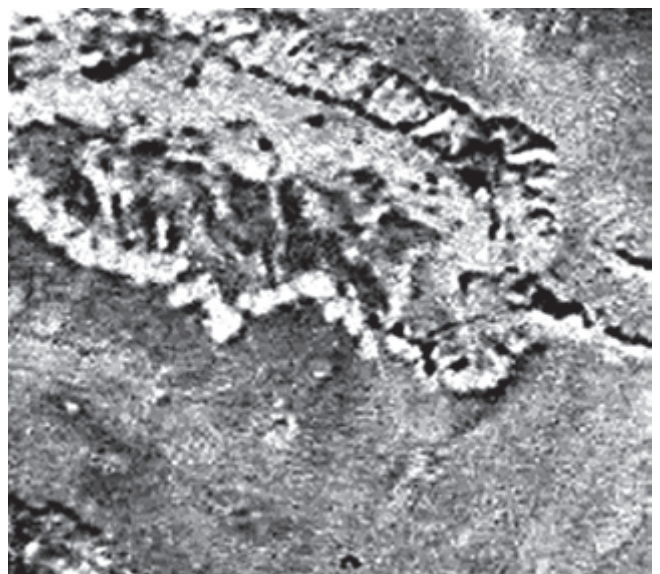
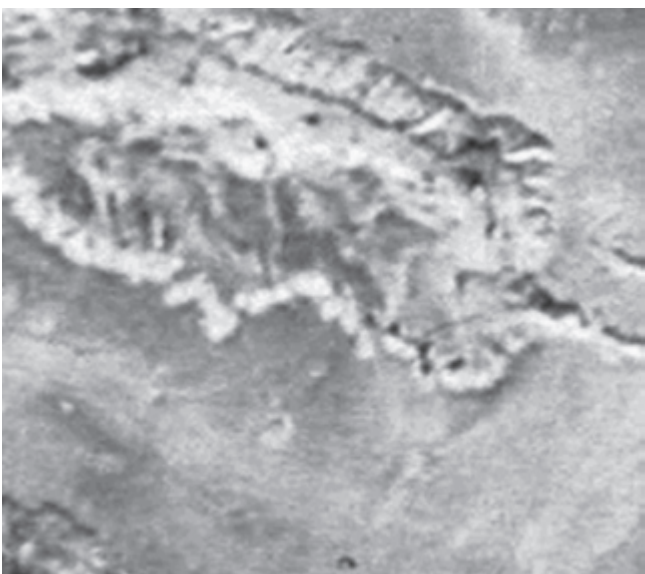


Рис. 4. Слева приведено исходное изображение, справа – обработанное





## Выводы

Приведенные в данной работе результаты обработки участков поверхности Марса наглядно демонстрируют эффективность использования кепстрального метода цифровой обработки изображений для улучшения их различимости. Дальнейшие исследования предполагают использование фрактальных и вейвлет [4] методов обработки.

## Литература

1. Прэйтт У. Цифровая обработка изображений. Пер. с англ. / под ред. Д.С. Лебедева – М.: Мир, 1982, – 790 с.
2. Троицкий И.Н., Устинов Н.Д. Статистическая оптика. – М.: Радио и связь, 1986.
3. Hayes M.H. Reconstructing multidimensional sequence only from amplitude or phase Fourier-spectrum // IEEE Trans., Acoustic. Speech, Signal, Proc., 1982, v. 30, № 3. p. 140–152.
4. Василенко Г.И., Тараторин А.М. Восстановление изображений – М.: Радио и связь, 1986.
5. Потапов А.А. и др. Новейшие методы обработки изображений / Под ред. А.А. Потапова.– М.: Физматлит, 2008.
6. BBC Collecting edition. The planet. DVD disk film.

## Digital Processing of Optical Images of Mars Surface by Cepstral Method

**A.A. Pakhomov**, *doctor of technical sciences, leading engineer of PJSC «NPO «Almaz»; Moscow*

**O.D. Kreerenko**, *candidate of technical sciences, associate professor, department 109B of Moscow Aviation Institute (National research university); Rostov-on-Don Region, Taganrog*

*e-mail: olgadm@yandex.ru*

**Summary.** The so-called cepstral method of digital image processing is presented to improve their intelligibility, which was first used to process images of the Martian surface taken by the American spacecraft Mariner and Viking. Visual analysis of the processed images allows you to select new previously unknown details. Pictures are taken from the Internet.

**Keywords:** digital image processing, US spacecraft, images of the Mars surface.

### References:

1. Pratt U., Lebedeva D.S. Digital processing of images. Mir. Moscow, 1982, 790 p.
2. Troitsky I.N., Ustinov N.D. Statistical optics. *Radio and communication*. Moscow, 1986.
3. Hayes M.H. Reconstructing multidimensional sequence only from amplitude or phase Fourier-spectrum. *IEEE Transactions on Acoustics, Speech, Signal Processing*, 1982, volume 30, No. 3. pp. 140–152.
4. Vasilenko G.I., Taratorin A.M. Image recovery. *Radio and communication*. Moscow, 1986.
5. Potapov A.A., Gulyaev Yu.V., Nikitov S.A., Pakhomov A.A., Hermann V. A. The newest methods of processing of images. *FIZMATLIT*. Moscow, 2008. (the monograph – on a grant of the Russian Federal Property Fund №. 07 – 07 -07005).
6. BBC Collecting edition. The planet. DVD disk film.



# Совершенствование системы подготовки авиационного персонала гражданской авиации в организациях разработчика и изготовителя авиационной техники

## А.И. Ресинец

к. воен. н., доцент кафедры  
«Проектирование вертолетов»  
Московского авиационного института  
(НИУ); Москва

e-mail: k102@mai.ru

## А.В. Лебединский

заместитель директора программы  
ПАО «Ил»; Москва

**Аннотация.** В статье рассмотрено одно из направлений развития системы послепродажного обслуживания при разработке новой авиационной техники гражданского назначения России – система подготовки авиационного персонала гражданской авиации начиная с 1960-х гг. и по настоящее время. Особое внимание уделено авиационным учебным центрам, функционирующим в организациях разработчика и изготовителя авиационной техники.

**Ключевые слова:** авиационная техника, сертификация, послепродажное обслуживание, авиационный персонал, обучение.

Одним из направлений развития системы послепродажного обслуживания (ППО) авиационной техники (АТ) является совершенствование системы подготовки летного состава (ЛС) и инженерно-технического персонала (ИТП) на протяжении всего жизненного цикла АТ, начиная с периода ее разработки [1]. Современная АТ – это сложная авиационная транспортная система, обслуживание которой требует высоких профессиональных знаний и умений. Система подготовки авиационного персонала (АП) постоянно развивалась и совершенствовалась, начиная с того момента, как зародилась авиация, и возникла необходимость готовить АП эксплуатанта к обслуживанию АТ как на земле, так и в воздухе.

Анализ данного направления ППО проведем в хронологической последовательности, начиная с 60-х гг. прошлого столетия и до наших дней.

В СССР переподготовка первой группы ведущих специалистов гражданской авиации (ГА)

по каждому новому типу самолета или вертолета проводилась в организациях Министерства авиационной промышленности (МАП). Перед началом государственных испытаний каждого нового типа АТ проводились сборы ведущих специалистов ЛС и ИТП Государственного научно-исследовательского института ГА (ГосНИИ ГА), аппарата Министерства авиационной промышленности (МАП), преподавательского и командно-инструкторского состава Школы высшей летной подготовки (ШВЛП), учебно-тренировочных отрядов (УТО) и Кременчугского авиационного училища ГА [4]. Ответственность за сборы возлагалась на начальников управления летной службой (УЛС), управления инженерно-авиационной службой (УИАС), управления эксплуатацией авиационной техники (УЭАТ) и управления учебными заведениями (УУЗ) Министерства ГА (МГА).

Переподготовка проводилась по программам МАП, согласованным с УЛС, УИАС и УЭАТ МГА, ШВЛП и УТО. Данные программы вместе с методическими указаниями по переподготовке ЛС и ИТП предоставлялись в ШВЛП и УТО за два месяца до начала занятий по каждому типу самолета или вертолета. Ответственность за своевременное предоставление программ, эксплуатационной документации (ЭД) и методических указаний по переподготовке АП возлагалась на начальников УУЗ, УИАС и УЭАТ МГА.

Началу обучения предшествовало заключение договоров между Главным управлением заказов серийной авиационной и наземной техники МГА с организациями МАП по переподготовке АП по каждому новому типу самолета или вертолета. С целью своевременной организации переподготовки АП на новую АТ планы поступления и распределения новых типов самолетов и вертолетов доводились заранее до УУЗ, УЛС, УЭАТ и начальников управлений ГА. Такую ответственность за своевременную и качественную переподготовку АП на новую АТ несло государство в лице МГА до 1991 г. [5]. Потом эти функции были переданы Минтрансу.

После 1991 г. ситуация, связанная с работами по освоению новой АТ, резко изменилась. Это



было связано с тем, что в стране произошли коренные изменения экономической системы, что, конечно, сказалось и на развитии авиационной промышленности. Тем не менее, АТ разрабатывалась и производилась, правда, не в таких масштабах, как раньше, и ответственность за переподготовку на новую АТ возлагалась уже не на МАП, которое к этому моменту было преобразовано в Минтранс, а на предприятия разработчика и предприятия производителя АТ (рис. 1) [2].

Началу переподготовки АП заказчика на новую АТ предшествовал комплекс мероприятий на предприятиях разработчика и предприятиях производителя АТ, а именно:

- 1) получение сертификата типа летной годности, дающего право на допуск гражданских ЛА данного типа к эксплуатации;
- 2) получение свидетельства об одобрении производства или сертификата на производство на основании сертификата типа;
- 3) возможность утверждения программ профессиональной переподготовки АП заказчика на новую АТ.

У разработчика АТ организацией обучения занималась специальная группа или отдел, в обязанности которых входило: участие в подготовке договоров и приказов, разработка, согласование и утверждение программ переподготовки, составление расписаний занятий (корректировка расписания в соответствии с новыми возникшими задачами) и контроль за их проведением, а также чисто организационные мероприятия – подготовка наглядных пособий, слайдов и др. Программа переподготовки на новую АТ состояла из трех разделов: теоретической подготовки, тренажерной или тренажей в кабине самолета или вертолета (если на момент переподготовки еще не было тренажера) и летной подготовки.

К преподаванию привлекались наиболее подготовленные специалисты конструкторских бюро (КБ): главные специалисты, начальники отделов, отделений, заместители главных конструкторов и главные конструкторы. Список преподавателей был довольно обширный, т.к. разработчики АТ являются узкими специалистами, и по одной

и той же теме приходилось привлекать нескольких специалистов. Кроме того, у головного разработчика находились постоянные представители разработчика составных частей (СЧ) АТ, которые занимались адаптацией (внедрением) разработанной СЧ непосредственно на носителе. Эти представители разработчика СЧ также привлекались к проведению занятий с летным и инженерно-техническим персоналом, а также другими специалистами.

К летной подготовке привлекались наиболее подготовленные летчики-испытатели, непосредственно участвовавшие в летных испытаниях новой АТ и имевшие допуск летчика-инструктора. ИТП проходил практическую стажировку в инженерно-авиационной службе летно-испытательного комплекса (ЛИК) в организации разработчика или летно-испытательной станции (ЛИС) в организации изготовителя АТ (рис. 2).

Учебные занятия (лекции) проводились в актовом зале предприятий, в отделах КБ (рис. 3), цехах организации разработчика (рис. 4).

Проведенный анализ переподготовки ЛС и ИТП на новую АТ в организации разработчика и изготовителя АТ имел как положительные, так и отрицательные стороны.

Положительное заключалось в следующем.

1. Занятия по теоретической подготовке проводили конструкторы в организации разработчика или технологи в организации изготовителя, которые были непосредственно причастны к разработке и производству проектируемого самолета (вертолета).

2. Летную, наземную подготовку и практическую стажировку проводил летный и ИТП ЛИК (ЛИС), непосредственно принимавший участие в летных испытаниях АТ.

К недостаткам такой формы подготовки можно отнести следующее.

1. Отсутствие должной материально-технической базы, специализированных учебных классов и преподавательского состава.

2. К проведению занятий по одной теме приходилось привлекать большое количество специалистов без их отрыва от выполнения основных функциональных обязанностей, что накладывало свои ограничения на процесс обучения и требовало постоянной корректировки расписания занятий.

3. Отсутствие у привлеченных к преподаванию сотрудников должного педагогического опыта.

4. Вместо тренажерной подготовки проводились тренажи в кабине самолета или вертолета.

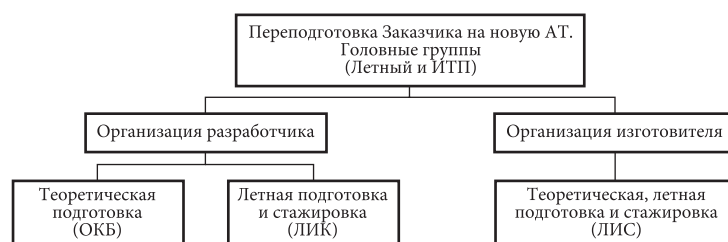


Рис. 1. Блок-схема переподготовки ЛС и ИТП в организациях разработчика и изготовителя АТ



**Рис. 2. Практические занятия АП Газпромавиа на ЛИК АО «Камов»**



**Рис. 3. Занятия в отделе ОКБ НПО «Звезда»**



**Рис. 4. Практические занятия в цехе общей сборки АО «Камов»**

5. Летная подготовка проводилась на АТ заказчика, и если к этому моменту АТ не была готова, приходилось летную подготовку выполнять на опытной АТ.

По окончании переподготовки АП, успешно сдавшему экзамены и зачеты, выдавался сертификат (свидетельство) о переподготовке на новую АТ на предприятии разработчика или предприятии-изготовителе АТ. На основании этого документа Государственным органом управления воздушного транспорта (ГОУВТ) выдавалось разрешение на допуск к летной (ЛС) или технической эксплуатации (ИТП).

В дальнейшем переподготовка ЛС и ИТП на новую АТ проходила в УТО (УТЦ) [10], авиапредприятиях и учебных заведениях ГА, ОКБ и заводах-изготовителях АТ в соответствии с требованиями документов по профессиональной и авиационно-техни-

ческой подготовке ИТП и рабочих в гражданской авиации [2]. УТЦ входили в состав территориальных УГА, которых было 31 [3].

Авиационно-техническая подготовка ЛС и ИТП осуществлялась с использованием учебной базы авиапредприятия. В типовом случае учебная база представляла собой технические классы (рис. 5), площадки для размещения крупногабаритных образцов учебной АТ (рис. 6), техническую библиотеку (рис. 7).

Технические классы специализировались по видам АТ и учебным дисциплинам. Оснащение технических классов производилось с учетом рекомендаций ГОУВТ, который определял требования, нормативное регулирование и координацию авиационно-технической подготовки (АТП) ЛС и ИТП авиапредприятий. Ответственность за АТП ЛС и ИТП возлагалась на авиапредприятие в пределах его компетенции и в соответствии с требованиями действующего законодательства.



**Рис. 5. Учебный класс по конструкции вертолета**



**Рис. 6. Аэродромная учебная база авиапредприятия [6]**



**Рис. 7. Техническая библиотека**





Во всех случаях, когда возникала необходимость в дополнительной специальной подготовке ЛС и ИТП, организовывались курсы на базе УТЦ, авиапредприятий и учебных заведений, поставщиков (предприятий-изготовителей) соответствующей продукции по согласованным планам и программам участвующих и обеспечивающих сторон. Составной частью программ указанных курсов была летная подготовка пилотов и практическая стажировка ИТП в условиях практической эксплуатации изучаемых объектов. Летная подготовка и практическая стажировка проводились с отрывом от основной работы. Прохождение специалистами курсов по изучению АТ являлось повышением квалификации.

Периодичность и продолжительность прохождения курсов повышения квалификации (КПК) по типам АТ для ЛС и ИТП определялась конкретной программой и соответствующим документом Государственного округа управления воздушным движением (ГОУВТ).

Типовые программы КПК по различным видам подготовки ЛС и ИТП, проводимых в УТЦ, авиапредприятиях и учебных заведениях, КБ завода-изготовителя и других организациях, утверждались ГОУВТ. Комплектация учебных групп проводилась в соответствии с согласованными с авиапредприятиями планами распределения мест и двухсторонними соглашениями авиапредприятий и организаций, на базе которых организовывались курсы.

В дальнейшем роль УТЦ стала постепенно уменьшаться. Это было связано с происходящими в стране политическими и экономическими процессами, с переходом большинства предприятий России от государственной к негосударственной форме собственности. При переходе страны к рыночной экономике значительная роль была отведена акционерным обществам (АО), поскольку основным методом приватизации в России выступило акционирование [9].

Восстановить престиж УТЦ была призвана некоммерческая организация – Ассоциация авиационных учебных центров (ААУЦ), созданная в 1991 г. с целью координации деятельности УТЦ ГА. В настоящее время ассоциация объединяет 37 авиационных учебных центров (АУЦ) России и ближнего зарубежья [14].

Поскольку основной целью деятельности АО является получение прибыли, предприятия-разработчики и предприятия-изготовители АТ наряду с основным видом деятельности стали предоставлять дополнительные услуги по обучению АП заказчика АТ, в основном государственной авиации, которым не требовался официальный документ о переподготовке АП (сертификат) уполномочен-

ного органа ГА и инозаказчика на приобретаемую АТ. По окончании обучения оформлялась оценочная ведомость, на основании которой приказом ГОУВТ АП допускался к эксплуатации АТ.

В 90-е гг. отечественные авиакомпании переориентировались на приобретение зарубежной АТ. Продажи отечественной АТ уменьшились, и предприятия, создающие и производящие АТ, начали самостоятельно искать рынки сбыта своей продукции. Основными заказчиками АТ стали такие страны, как Китай, Индия, страны Африки и Южной Америки.

Продажа АТ предполагала и обучение АП заказчика. Заключались контракты на поставку отечественной АТ за рубеж, в которых был раздел «Обучение АП». Отдел обучения в ОКБ, который ранее занимался организацией обучения, уже не справлялся с новыми задачами, и поэтому в соответствии с приказом Генерального конструктора (в ОКБ) и генерального директора (завода-изготовителя) начали создаваться УЦ по переподготовке АП на выпускаемую АТ [8].

Дело в том, что получение сертификата летной годности типа являлось необходимым, но не достаточным условием, дающим право на допуск гражданских ЛА данного типа к эксплуатации. Сертификат летной годности типа давал и дает право на получение у авиационных властей поставщика (в данном случае России) сертификата эксплуатанта или экспортного сертификата, но только после обучения АП заказчика АТ в сертифицированном АУЦ России и валидированном авиационными властями заказчика. Только после этого АТ могла быть зарегистрирована в стране заказчика, а АП, получивший сертификат о переподготовке в сертифицированном АУЦ, мог получить допуск своих авиационных властей к эксплуатации. Созданные АУЦ начали проходить сертификационные процедуры в соответствии с Федеральными авиационными правилами (ФАП) «Сертификация авиационных учебных центров», введенными в действие с 1 августа 1999 г. и устанавливающими требования к АУЦ и порядок взаимоотношений специально уполномоченных органов в области гражданской авиации [8].

До введения в действие ФАП «Сертификация АУЦ» предприятия-разработчики и предприятия-изготовители имели право обучать АП на выпускаемую продукцию [10], но не могли выдавать легитимный документ об окончании обучения. ФАП «Сертификация АУЦ» частично эту проблему решили, но не полностью, хотя они распространялись на образовательные учреждения всех организационно-правовых форм собственности, а также структурные подразделения авиационных предприятий и авиакомпаний.

Предприятия-разработчики и предприятия-изготовители АТ, те, кто видел необходимость в создании АУЦ как структурных подразделений, приступили к выполнению комплекса мероприятий по созданию материально-технической базы, оснащению учебных классов и пр., предписанных ФАП № 23 и необходимых для получения сертификата АУЦ, выдаваемого Федеральным агентством воздушного транспорта Министерства транспорта Российской Федерации (ФАВТ МТ РФ). Так получили сертификаты ФАВТ МТ РФ предприятия-разработчики вертолетной техники АО «Камов», ПАО «Авиационный комплекс им. С.В. Ильюшина», предприятия-изготовители вертолетов ПАО «Роствертол», АО «Улан-Удэнский авиационный завод», ПАО «Казанский вертолетный завод», АО «НАРЗ», ПАО «ВАСО» и др., имеющие в своем составе АУЦ.

Здесь необходимо понимать, что сертификат авиационных властей выдается не АУЦ, а предприятию. Следовательно, подпись на выдаваемых сертификатах должна быть руководителя предприятия или доверенного лица, имеющего право подписи, и на выдаваемый документ должна ставиться гербовая печать предприятия. Казалось бы, все встало на свои места, но возникла другая проблема, связанная с отсутствием у предприятий разработчика и изготовителя АТ лицензии Министерства образования РФ на ведение образовательной деятельности, как дополнительного профессионального образования. Данная лицензия выдавалась только образовательным учреждениям всех форм собственности, но не акционерным обществам [11, ст. 34 п.6].

Такое двойственное состояние АУЦ разработчиков и производителей АТ просуществовало вплоть до введения в действие в 2012 г. нового закона «Об образовании» [12], в соответствии с которым предприятия, помимо основной сферы деятельности, могли заниматься образовательной деятельностью. Для этого в уставе предприятия должна быть сделана соответствующая запись: «предприятие помимо основной сферы деятельности занимается образовательной деятельностью».

Спустя 3 года ФСВТ МТ РФ (Росавиацией) вводятся новые ФАП по сертификации АУЦ [13], в соответствии с которыми по окончании срока действия сертификатов (ранее первичный сертификат выдавался на 1 год, и последующий – на 3 года, с переосвидетельствованием через каждые 3 года) АУЦ начали проходить процедуру повторной сертификации. Срок действия прежних сертификатов АУЦ был приостановлен или аннулирован. Повторная сертификация растянулась на 2 года.

К данным ФАП много вопросов. Если в ФАП № 23 от 29 января 1999 г. была подробно расписана процедура сертификации АУЦ с образцами представляемых документов, то в ФАП № 289 от 29 сентября 2015 г. этого нет. Возросли дополнительные требования к АУЦ. Для получения полного сертификата АУЦ требуется выполнение всех требований к теоретической, тренажерной и летной подготовке АП. Это значит, что в АУЦ в обязательном порядке должны быть штатные преподаватели. Для проведения теоретической подготовки ЛС и ИТП должен быть учебный компьютерный класс по данному типу ЛА, процедурный тренажер самолета (вертолета); для проведения тренажерной подготовки – наличие, в обязательном порядке, комплексного тренажера самолета (вертолета). Для проведения летной подготовки необходимо наличие учебных самолетов (вертолетов). Из данных ФАП следует, что полный сертификат могут получить только авиакомпании, у которых есть структурное подразделение – АУЦ. Все предприятия-разработчики и предприятия-изготовители АТ, имеющие в своем составе АУЦ как структурные подразделения, получили ограниченный сертификат, дающий право только на проведение теоретической подготовки АП эксплуатанта АТ.

Проведенный анализ показывает, что в настоящее время из 71 (а до этого их было 115) сертифицированных АУЦ 33 находятся в Москве и МО; 60 АУЦ – в европейской части России, 13 – в организациях разработчика и изготовителя АТ, 2 – УГЦ, 8 – в вузах и НИИ, 19 – в авиакомпаниях. 19 АУЦ имеют организационно-правовую форму собственности – автономное некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования, другие – частное образовательное учреждение дополнительного образования, автономная некоммерческая образовательная организация, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования.

Напрашивается вопрос: «Возможно ли такое количество АУЦ укомплектовать высококвалифицированным преподавательским составом?». Здесь уместно привести результаты исследования, проведенного АУЦ: «... В процессе дробления когда-то единого и мощного Аэрофлота на сотни самостоятельных авиапредприятий появилось много маломощных авиакомпаний. В целях экономии средств они вынуждены организовывать свои учебно-тренировочные центры с плохой учебной базой без квалифицированного преподавательского и инструкторского состава, оборудованных аудиторий, тренажерных комплексов. Как результат, с подачи Федеральной службы «наплоти-



ли» больше 115 АУЦ, каждой авиакомпании – по учебному центру. Данная концепция привела в ГА к плачевным результатам в части обеспечения безопасности полетов. Вновь созданные УЦ не имеют учебных баз, а если и имеют, то не выдерживают никакой критики, не говоря об элементарных санитарных нормах. Полностью отсутствуют тренажеры, средства технического обучения, есть компьютеры, но отсутствует штатный опытный преподавательский состав. Началась скороспелая подготовка преподавательского состава. Люди брались со стороны, часто не имеющие понятия о методике обучения. Необходимо срочно пересмотреть стратегию выдачи сертификатов учебно-тренировочным центрам, прекратить их множить и сконцентрировать все внимание на сохранении крупных учебных центров по региональным управлениям».

И отсюда следует вывод, что «...только крупные учебно-тренировочные центры, которые имеют учебную базу, средства технического обучения, в том числе и компьютерные классы, обладают высококвалифицированным преподавательским составом, а также имеют огромный, накопленный годами методический опыт могут довести учебный процесс до необходимого уровня, что обеспечит безопасность полетов и восстановит престиж гражданской авиации» [14]. Действительно, на момент создания ААУЦ, когда существовали крупные УТЦ (а их было 31) могли довести учебный процесс до необходимого уровня, но это уже в прошлом.

И в подтверждение проведенного АУЦ исследования стоит напомнить выступление генерального прокурора Юрия Чайки 10 апреля 2019 г. на засе-

дании Совета Федерации, в котором он отметил, что большинство авиакатастроф 2018 г. связаны с человеческим фактором и слабой подготовкой пилотов. Также было отмечено, что число авиационных происшествий выросло с 885 в 2017 г. до 905 в 2018 г. При этом количество жертв увеличилось почти в 2,5 раза – с 54 до 135 [15].

Полный сертификат Росавиации имеют 19 АУЦ, являющиеся структурными подразделениями авиакомпаний, эксплуатирующих АТ отечественного производства СССР или иностранную АТ, и готовые АП для своих нужд или нужд авиакомпаний, не имеющих в своем составе АУЦ.

Организации-разработчики (изготовители) АТ имеют все возможности для выполнения полного цикла обучения на новую и поставляемую по контракту АТ, о чем говорилось выше, и никакой другой АУЦ или авиакомпания не могут выполнять эту задачу. Почему? Во-первых, производство АТ перешло от массового (серийного) производства к мелкосерийному (одиночному) под конкретный заказ. Поэтому такая АТ является новой и впервые внедряемой в эксплуатацию с полным жизненным циклом от момента создания до утилизации. Во-вторых, это очень дорого и под силу только предприятиям-разработчикам (изготовителям) АТ.

Что касается обучения АП государственной авиации, как отечественной, так и инозаказчика, то эта проблема уже давно успешно решается в соответствии с условиями заключенного поставочного контракта, в котором оговариваются все условия разработки, изготовления, поставки АТ и обучения АП заказчика на поставляемую АТ, изготовление тренажера. В качестве примера на рис. 8 представ-

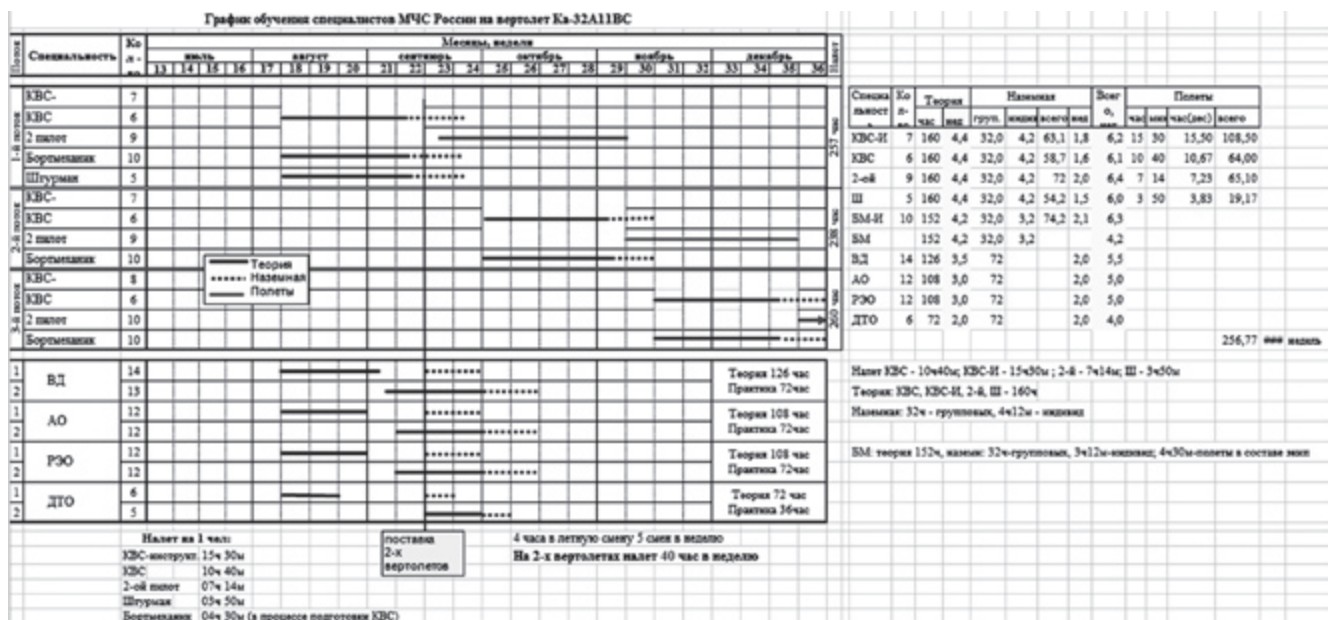


Рис. 8. График обучения специалистов МЧС России на вертолете Ка-32А 11ВС



лен график обучения специалистов МЧС России на вертолете Ка-32А 11ВС в АУЦ ОАО «Камов» в 2010 г. с полным циклом обучения.

С введением ФАП № 289 произошла подмена понятий. АУЦ как структурные подразделения предприятий-разработчиков и предприятий-изготовителей АТ сравнивали с бывшими УТЦ и к ним предъявляют все требования в соответствии с ФАП № 289, что не совсем правильно.

С целью совершенствования системы подготовки АП ГА в организации разработчика и изготовителя авиационной техники необходимо:

1. Теоретическое обучение проводить преподавательским составом из числа конструкторов или технологов, если нет возможности содержать в штате преподавательский состав.

2. Постепенно уходить от аудиторных занятий с отрывом от производства к занятиям в режиме онлайн с использованием видеоконференцсвязи и другим интерактивным формам обучения [16].

3. Выйти с предложением в ФАВТ МТ РФ (Росавиация) рассмотреть возможность о наделении АУЦ предприятий разработчика и изготовителя АТ особым статусом и выдаче полного сертификата АУЦ как единственного держателя эксплуатационной документации на выпускаемую АТ и внести соответствующее дополнение к ФАП от 29 сентября 2015 г. № 289.

4. Рассмотреть возможность создания в ГК Ростехнологии авиационной академии по переподготовке АП на новую и поставляемую АТ.

## Литература

1. Абрамов Б.А., Абрамова Е.Р. Проблемы создания системы послепродажного обслуживания самолетов на основе интегрированной логистической поддержки. Научный вестник МГТУ ГА. № 141, серия Аэромеханика, прочность, поддержание летной годности ВС, 2009.

2. Наставление по технической эксплуатации и ремонту авиационной техники в гражданской авиации России (НТЭРАТ ГА-93) Утв. Приказом ДВТ Минтранса РФ от 20.06.1994 г. N ДВ-58, 112 с.

3. Структура системы Аэрофлота в 70–80-е годы. [Электронный ресурс]. <https://aviaforum.ru/threads/struktura-sistemy-aeroflota-v-70-80-e-gody.26240>.

4. Приказ МГА СССР от 02.07.1964 № 408 «О порядке переучивания летного, инженерно-технического состава гражданской авиации на новой авиационной технике». [Электронный ресурс]. <http://lawru.info/dok/1966/07/02/n1190666.htm>.

5. Указ Президента РСФСР от 28.11.1991 г. № 242 «О реорганизации центральных органов го-

сударственного управления РСФСР», (Ведомости Съезда народных депутатов РСФСР и Верховного Совета РСФСР от 1991 г., № 48, ст. 1696; Ведомости Съезда народных депутатов РСФСР и Верховного Совета РСФСР от 1992 г., № 5, ст. 234). [Электронный ресурс]. <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docview&page=1&print=1&nd=102013291&rdk=3&empire=> , по состоянию на 31.03.2019 г.

6. [Электронный ресурс]. <http://roe.ru/rosobonexport/history>.

7. Приказ ФАС РФ «О введении в действие Федеральных авиационных правил «Сертификация авиационных центров» от 29 января 1999 г. N 23. [Электронный ресурс]. [http://zakonrus.ru/avia/pfas\\_23faf.htm](http://zakonrus.ru/avia/pfas_23faf.htm).

8. Федеральный закон от 26.12.1995 г. № 208-ФЗ «об акционерных обществах». [Электронный ресурс]. <https://zrfz.su/zakon/ob-akcionernyh-obshchestvah-ao-208-fz>.

9. Указание МГА от 23.02.1988 г. № 104/у «О введении в действие Положения о порядке изучения новой авиационной техники и технологии инженерно-техническим составом ГА».

10. Закон РФ от 10.07.1992 № 3266-1 (ред. от 12.11.2012) «Об образовании». [Электронный ресурс]. <http://textarchive.ru/c-1192486.html>.

11. Федеральный закон от 29.12.2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации». [Электронный ресурс]. <https://zrfz.su/zakon/ob-obrazovanii-273-fz>.

12. Приказ Министерства транспорта РФ от 29 сентября 2015 г. № 289 «Об утверждении Федеральных авиационных правил «Требования к образовательным организациям и организациям, осуществляющим обучение специалистов соответствующего уровня согласно перечням специалистов авиационного персонала. Форма и порядок выдачи документа, подтверждающего соответствие образовательных организаций и организаций, осуществляющих обучение специалистов соответствующего уровня согласно перечням специалистов авиационного персонала, требованиям федеральных авиационных правил». [Электронный ресурс]. [http://www.shpls.org/rights/standards/sb\\_2/1482/view](http://www.shpls.org/rights/standards/sb_2/1482/view).

13. Сайт Ассоциации авиационных учебных центров. [Электронный ресурс]. <http://aauc.su>.

14. Е. Мотренко. Пилот нормальный: что не так с подготовкой в летных училищах. – Известия. – 14 апреля 2019. [Электронный ресурс]. <https://iz.ru/866463/elena-motrenko/pilot-normalnyi-chto-netak-s-podgotovkoi-v-letnykh-uchilishchakh>.

15. Артамонов Б.Л., Ресинец А.И. Повышение качества образовательного процесса при дистанционной форме обучения // Качество и жизнь. – № 4(20). – 2018.



## Improvement of the Aircraft Staff Training System of Civil Aviation in the Organization of the Developer and Manufacturer of Aviation Equipment

**A.I. Resinets**, candidate of military sciences, associate professor «Design of helicopters» of the Moscow aviation institute (National research university); Moscow

e-mail: k102@mai.ru

**A.V. Lebedinsky**, deputy program director of PJSC «Ilyushin Aviation Complex»; Moscow

**Summary.** In article one of the directions of development of a system of after-sales service when developing the new civil aircraft equipment of Russia – the system of training of aviation personnel of civil aviation since 60th years of the 20th century and till present is considered. Special attention is paid to aviation training centers, functioning in the organizations of the developer and manufacturer of the aircraft equipment.

**Keywords:** aviation equipment, certification, after-sales service, aviation personnel, training.

### References:

1. Abramov B.A., Abramova E.R. Problems of development aircraft after-sales service system based on the integrated logistics support. Scientific herald of Moscow state technical university of Civil aviation. *Series of Aeromechanics, durability, maintenance of aircraft airworthiness*. 2009, No. 141. p. 5.
2. The manual on technical operation and repair of aviation equipment in Russian civil aviation (MTORAERCA-93). Approved by order of Russian Federation Ministry of transport dated 20.06.1994 N DV-58, 112 p.
3. *The Aeroflot system structure in the 70-80's*. Available at: <https://aviaforum.ru/threads/struktura-sistemy-aeroflota-v-70-80-e-gody.26240>.
4. Order of the Ministry of Civil Aviation (Soviet Union) since 02.07.1964 No. 408 «About the procedure of the flight and engineering staff retraining of civil aviation on new aircraft». Available at: <http://lawru.info/dok/1966/07/02/n1190666.htm>.
5. The decree of the President of the Russian Soviet Federative Socialist Republic since 28.11.1991 No. 242 «About reorganization of RSFSR central government authorities». [Electronic resource.] <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docview&page=1&print=1&nd=102013291&rdk=3&&empire=as> 31.03.2019 G
6. Available at: <http://roe.ru/rosoboronexport/history>.
7. Order of the FAS of the Russian Federation «On the enactment of the Federal aviation regulations «Certification of Aviation Centers »of January 29, 1999 N 23. Available at: [http://zakonrus.ru/avia/pfas\\_23fap.htm](http://zakonrus.ru/avia/pfas_23fap.htm).
8. Federal law dated 26.12.1995 No. 208-ФЗ «About joint-stock companies».
9. An instruction of Ministry of Civil Aviation from 23.02.1988, No. 104/u «On enactment of the regulations on the procedure for the training of new aircraft technology by civil aviation engineering staff».
10. *The law of the Russian Federation dated 10.07. 1992 No. 3266-1 (ed. from 12.11. 2012) «Education»*. Available at: [Consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_1888](http://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_1888).
11. *Federal Law of December 29, 2012 No. 273-FZ «On Education in the Russian Federation»*. Available at: [Consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_140174](http://consultant.ru/document/cons_doc_LAW_140174).
12. Order of the Ministry of transport of the Russian Federation of September 29, 2015 No. 289 «On approval of Federal aviation regulations «Requirements to the educational organizations and the organizations performing training of experts of the corresponding level according to lists of experts of the aviation staff. The form and procedure for issuing a document confirming the compliance of educational organizations and organizations engaged in the training of specialists of the appropriate level in accordance with the lists of specialists of aviation staff, the requirements of the Federal aviation regulations».
13. Available at: <http://aauc.su>.
14. Motrenko E. «*the Pilot is normal: what is wrong with training in flight schools*». Available at: <https://iz.ru/866463/elena-motrenko/pilot-normalnyi-cto-ne-tak-s-podgotovkoi-v-letnykh-uchilishchakh>.
15. Artamonov B.L., Resinets A.I. Improving the quality of educational process with distance learning. Journal «*Quality and life*». 2018, No. (20).

# Оценка вероятности появления перегрузочных циклов нагружения силовых деталей транспортных самолетов в эксплуатации

## Б.В. Бойцов

*д.т.н., профессор, научный руководитель кафедры 104 «Технологическое проектирование и управление качеством» Московского авиационного института (НИУ), первый вице-президент Академии проблем качества; Москва*

## Г.Н. Кравченко

*к.т.н., начальник сектора, доцент Московского авиационного института (НИУ); Москва*

*e-mail: gnkrav@mail.ru*

## Ю.И. Попов

*доцент Московского авиационного института (НИУ); Москва*

**Аннотация.** На основе обработки и анализа данных летного эксперимента определен закон распределения максимальных перегрузочных циклов переменных нагрузок, действующих на типовые детали шасси отечественных транспортных самолетов в различных условиях эксплуатации. Определены параметры для наиболее ответственных деталей и оценена вероятность появления перегрузочных циклов напряжения выше заданного уровня в период эксплуатации самолета.

**Ключевые слова:** высоконагруженные детали, транспортные самолеты, перегрузочные циклы, шасси самолета, закон распределения экстремальных величин.

При конструктивно-технологическом проектировании высоконагруженных силовых конструкций транспортного машиностроения, в том числе авиационной техники, которые работают при воздействии переменных нагрузок, желательна располагать оценкой вероятности возможного появления в эксплуатации высоких перегрузочных циклов, способных существенно повлиять на несущую способность и ресурс этих конструкций. Высокие пиковые нагрузки способны привести как к недопустимым местным деформациям конструкции, так и к зарождению усталостных микротрещин. Последнее особенно касается деталей, изготовленных

из высокопрочных материалов и имеющих зоны высокой концентрации напряжений в виде отверстий, канавок, выточек, гантельных переходов и др. Очень важно оценить возможность появления таких высоких нагрузок при проектировании технологических процессов поверхностного упрочнения, в том числе поверхностного пластического деформирования, а также технологий ремонта и восстановления ресурса деталей.

Методы поверхностного пластического деформирования, широко применяемые в различных отраслях машиностроения, повышают усталостную долговечность деталей за счет создания в поверхностном слое наклепа материала, характеризующегося повышением его твердости и прочности, благоприятного поля сжимающих остаточных напряжений и изменений микрорельефа поверхности. Под воздействием циклических нагрузок технологические остаточные напряжения уменьшаются и тем интенсивнее, чем больше величина и продолжительность этих нагрузок [1]. При действии больших пиковых перегрузок остаточные сжимающие напряжения могут уменьшаться настолько, что эффект упрочнения становится совсем незначительным или даже нулевым. Последнее особенно относится к силовым деталям из высокопрочных материалов, для которых эффект поверхностного упрочнения в повышении усталостной прочности во многом, а иногда полностью, определяется именно технологическими остаточными напряжениями сжатия.

Исследования, представленные в данной статье, построены на результатах обработки и анализа экспериментальных данных о переменной нагруженности деталей шасси отечественных транспортных самолетов. Эти данные получены из летного эксперимента, основанного на тензометрировании типовых деталей основных стоек шасси при различных условиях и режимах движения самолета по аэродрому. Всего было зарегистрировано и обработано более 100 реализаций процессов эксплуатационного нагружения отдельных деталей шасси четырех типов самолетов.

В начале обработки была проведена схематизация случайных процессов нагружения отдельных зарегистрированных реализаций деталей по мето-





ду максимумов амплитуд напряжений и определены их относительные частоты повторений. Амплитуды напряжений меньше величины 0,2 от предела усталостной прочности, которые заведомо не вносят на усталостные повреждения, из вариационного ряда исключались.

Для описания вероятности распределения схематизированного процесса переменного нагружения силовых деталей шасси самолета в работе [2] предложен двухпараметрический экспоненциальный закон распределения:

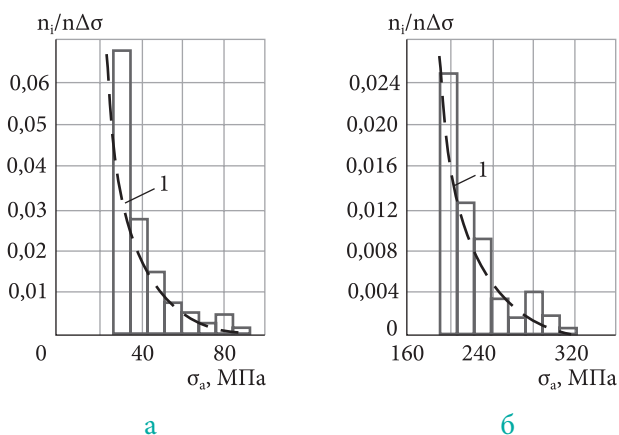
$$F(\sigma_a) = 0 \text{ при } \sigma_a < b\gamma$$

$$F(\sigma_a) = 1 - e^{-\frac{\sigma_a - b\gamma}{\gamma}} \text{ при } \sigma_a \geq b\gamma \quad (1)$$

с математическим ожиданием  $M(\sigma_a) = \gamma(1+b)$  и дисперсией  $S_{\sigma_a} = \gamma$ ; ( $\gamma$  и  $b > 0$ ) – параметры функции распределения.

В качестве примера на рис. 1 приведены гистограммы распределения схематизированных максимальных амплитуд напряжений, адекватных реальным реализациям процессов нагружения, и теоритическая плотность их распределения, соответствующая формуле (1) для полки шлиц-шарнира и тормозной тяги основной стойки шасси самолета.

Оценка соответствия эмпирического распределения теоритическому проведена по критерию Колмогорова, выборочно, для 25 реализаций процесса нагружения. Расчеты показали, что для большинства реализаций при уровне значимости 0,2, гипотеза о соответствии эмпирического распределения амплитуд напряжений двухпараметрическому экспоненциальному закону распределения не является противоречивой.



**Рис. 1. Гистограммы распределения амплитуд напряжений:** а – полка шлиц-шарнира ( $\gamma = 13,16$ ;  $b = 19,72$ ); б – тормозная тяга ( $\gamma = 32,29$ ;  $b = 176,37$ ); 1 – теоритическая плотность распределения;  $\gamma$  и  $b$  – параметры функции (1)

В прогнозных задачах оценки вероятности появления экстремальных значений случайных величин наиболее целесообразно, с точки зрения точности, использовать предельные законы распределения крайних членов последовательности независимых величин, в основе которых лежит статистическая теория «наиболее слабого звена» [3].

Согласно этой теории максимальный член выборки  $\sigma_{max}$  будет иметь распределение, определяемое равенством:

$$F(\sigma_{max} < \sigma) = F^n(\sigma), \quad (2)$$

где  $F(\sigma)$  – функция распределения текущих амплитуд напряжений;  $n$  – объем (параметр) выборки.

Подставляя значение функции  $F(\sigma)$  из (1) в (2), получаем:

$$F(\sigma_{max} < \sigma) = \left( 1 - e^{-\frac{\sigma - b\gamma}{\gamma}} \right)^n \quad (3)$$

Из выражения (3) следует, что при любом постоянном значении  $\sigma > b\gamma$  и при  $n \rightarrow \infty$ .

$$F(\sigma_{max} < \sigma) \rightarrow 0 \quad F(\sigma_{max} \geq \sigma) \rightarrow 1.$$

Можно доказать, что математическое ожидание распределения (3) приближенно определяется выражением:  $M\sigma_{max} \approx \gamma(1 + b)lnn$ .

Полагая  $\sigma = \gamma(1 + b)lnn + z$  ( $z$  может иметь любой знак), из (3) получаем (4):

$$F[\sigma_{max} < \gamma(1 + b)lnn + z] = \left[ 1 - e^{-\frac{z + b\gamma}{\gamma}} \right]^n = \left[ 1 - \frac{e^{\frac{z + b\gamma}{\gamma}}}{n^{(1+b)}} \right]^n.$$

Как известно,  $(1 - u/n)n \rightarrow e^{-u}$  при  $n \rightarrow \infty$ , тогда при этом же условии из выражения (4), учитывая, что  $\sigma > 0$  и  $b > 0$ , можно заключить:

$$F[\sigma_{max} < \gamma(1 + b)lnn + z] \rightarrow e^{-e^{\frac{z + b\gamma}{\gamma}}}. \quad (5)$$

Вводя новые обозначения, из выражения (5) получаем предельный закон распределения максимального члена вариационного ряда, выраженный следующей формулой:

$$F(\sigma_{max}) = e^{-e^{-\alpha(\sigma - \beta)}}, \quad (6)$$

где  $\alpha > 0$  и  $\beta$  – параметры распределения.

С целью определения закона распределения максимальных значений амплитуд напряжений

в каждой реализации схематизированного процесса нагружения была выделена одна единственная максимальная амплитуда, из совокупности которых сформированы вариационные ряды в отдельности для каждой детали.

Для оценки параметров распределения (6)  $\alpha$  и  $\beta$  использован метод, предложенный Гумбелем. Этот метод заключается в определении параметров  $\alpha$  и  $\beta$  из линейного уравнения:  $Y[F_{эм}(\sigma_{max})] = \alpha(\sigma - \beta)$ .

Значения величины  $Y$ , называемой нормированным уклоном от моды, определяются двойным потенцированием функции (6):

$$Y[F_{эм}(\sigma_{max})] = -\ln[-\ln F_{эм}(\sigma_{max})], \quad (7)$$

где  $F_{эм}(\sigma_{max}) = (m - 0,5)/n$  – эмпирическая частота распределения ( $m$  – накопленная частота;  $n$  – общее число рассматриваемых реализаций для одной детали, то есть объем вариационного ряда значений максимальных амплитуд напряжения).

Определив по формуле (7) ряд значений  $Y_i$ , соответствующих определенным величинам максимальных амплитуд  $\sigma_{max_i}$ , параметры  $\alpha$  и  $\beta$  определены методом наименьших квадратов по формулам:

$$\alpha = \frac{n \sum_{i=1}^n \sigma_{max_i} Y_i - \sum_{i=1}^n \sigma_{max_i} \sum_{i=1}^n Y_i}{n \sum_{i=1}^n \sigma_{max_i}^2 - (\sum_{i=1}^n \sigma_{max_i})^2} \quad (8)$$

$$\beta = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{(\sum_{i=1}^n Y_i - \sum_{i=1}^n \sigma_{max_i})}{n}$$

Для предварительной оценки сходимости эмпирических и теоретических функций распределения определен коэффициент корреляции, для удобства вычисления которого использовано выражение:

$$R_{Y_i, \sigma_{max}} = \alpha \cdot \sqrt{\frac{n \sum_{i=1}^n \sigma_{max_i}^2 - (\sum_{i=1}^n \sigma_{max_i})^2}{n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2}} \quad (9)$$

Полученные по формулам (8) и (9) значения параметров  $\alpha$  и  $\beta$  и коэффициента корреляции  $R_{Y_i, \sigma_{max_i}}$  сведены в табл. 1.

На рис. 2 на вероятностной бумаге, соответствующей закону распределения (6), изображены эмпирические и теоретические распределения максимальных амплитуд напряжений на гладких участках деталей.

О хорошем соответствии эмпирических и теоретических распределений свидетельствует близкое к единице значение коэффициента линейной корреляции  $R_{Y_i, \sigma_{max_i}}$  и близость расположения эмпирических точек и теоретических распределений на рис. 2–3.

Доверительные интервалы для функций распределения, изображенные графически на рис. 2, построены на основе метода оценки согласия эмпирических и теоретических зависимостей, предложенного в работе [3]:

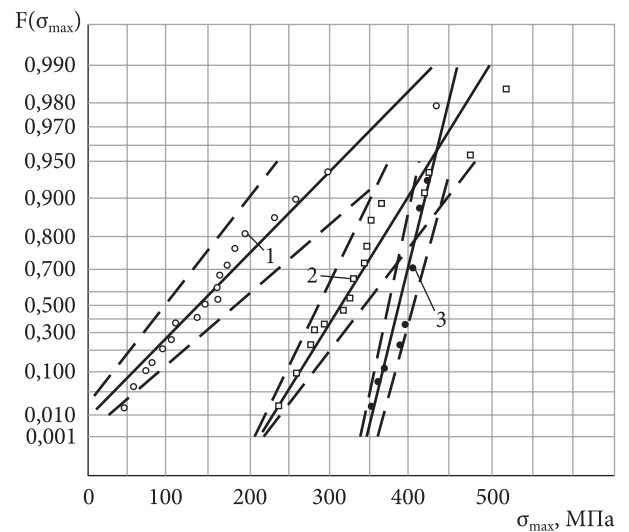


Рис. 2. Распределение максимальных амплитуд напряжений в деталях шасси: 1 – полка звена шлиц-шарнира; 2 – тормозная тяга; 3 – балка тележки; – – теоретические распределения по закону (6); ---- – доверительные интервалы при  $P_{дов} = 0,95$

Таблица 1.

Параметры распределения максимальных амплитуд напряжений в деталях шасси

Деталь шасси	Количество реализации	Параметры уравнения (8)		Коэффициент корреляции	Критерий Пирсона		
		$\alpha$	$\beta$		$\chi^2$	$f$	$\chi^2_{0,95}$
Тормозная тяга	31	0,02165	297,0	0,97	6,7	11	12,6
Балка тележки	19	0,06765	382,6	0,97	10,8	10	18,3
Шлиц-шарнир	23	0,01350	102,5	0,96	19,5	12	21,0
Передний подкос	68	0,05630	130,0	0,99	5,9	3	7,8



$$S(\sigma_{max_i}) \approx \frac{\sqrt{n} \cdot S(Y_i)}{\sqrt{n} \cdot \alpha},$$

где величина  $\sqrt{n} \cdot S(Y_i)$  берется из таблиц в зависимости от значения  $Y_i$ . Из графика на рис. 2 следует, что практически все эмпирические значения (точки) лежат внутри доверительных интервалов, соответствующих уровню значимости 0,05, при котором отклонение границы доверительного интервала от центра равно  $\sim 1,96S(\sigma_i)$ .

Более строго оценка принятия гипотезы о соответствии эмпирических распределений максимальных амплитуд напряжений функции распределения (6) проведена по критерию Пирсона. В соответствии с этим критерием вычислялась величина:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{[n_i - n f_i(\sigma_{max})]^2}{n \cdot f_i(\sigma_{max})}, \quad (10)$$

где  $n_i$  – эмпирическая частота максимальной амплитуды напряжения  $\sigma_{max_i}$ ;  $f_i(\sigma_{max})$  – плотность распределения, определяемая выражением  $f$ :

$$f(\sigma_{max}) = \alpha e^{-\alpha(\sigma-\beta)} \cdot e^{-e^{-\alpha(\sigma-\beta)}}.$$

Полученные по формуле (10) значения  $\chi^2$ , при заданной вероятности доверия  $p$ , сравниваются с табличной величиной  $\chi^2_{1-p}$ . Если  $\chi^2 < \chi^2_{1-p}$  то гипотеза о соответствии эмпирических распределений теоретическим функциям может быть принята. Результаты расчетов оценки сходимости по критерию Пирсона, приведенные в табл. 1, свидетельствуют, что при уровне значимости 0,05 эмпирические распределения максимальных значений амплитуд напряжения могут быть описаны функцией (6).

По формуле (11) можно оценить вероятность превышения амплитудой напряжения какой-либо заданной величины  $\sigma_K$  и, следовательно, возмож-

ное количество перегрузочных циклов напряжений в деталях за определенный срок эксплуатации.

$$F(\sigma_{max} > \sigma_K) = 1 - e^{-e^{-\alpha(\sigma_K-\beta)}}. \quad (11)$$

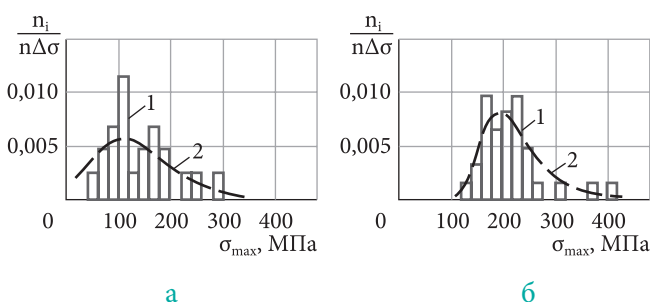
В качестве примера рассмотрена тормозная тяга шасси, изготовленная из стали 30ХГСН2А с пределом прочности 1650 МПа, имеющая вильчатое окончание с двумя проушинами. Значения теоретического коэффициента концентрации напряжений этих проушин при растягивающей нагрузке равна 3,2. Расчеты по формуле (11) показали, что вероятность появления пиковых напряжений выше граничного значения 0,8 от предела прочности (то есть более 1320 МПа) равна  $\sim 0,0005$ . При более высоких граничных значениях напряжений вероятность появления перегрузок, естественно, будет снижаться. Учитывая, что ресурс современных транспортных самолетов должен составлять не менее 50 тыс. летных часов или примерно 10 тыс. полетов, при конструктивно-технологическом проектировании следует рассматривать возможность влияния редких перегрузочных циклов на их несущую способность.

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Двойная экспоненциальная функция достаточно точно описывает распределение максимальных перегрузочных циклов напряжения в силовых деталях шасси самолета при эксплуатации.
2. При конструктивно-технологическом проектировании высоконагруженных деталей, работающих в условиях переменного нагружения и имеющих значительные концентраторы напряжений, желательно учитывать возможное влияние редких перегрузочных циклов на их несущую способность.
3. При проектировании новых конструкций для оценки вероятности появления перегрузочных циклов можно воспользоваться базами данных по эксплуатационной нагруженности самолетов-аналогов.

### Литература

1. Бойцов Б.В., Кравченко Г.Н., Петухов Ю.В. Изменение качества поверхностно упрочненных деталей при эксплуатации // *Авиационная промышленность, НИАТ.* – 2015. – № 2. – С. 55–59.
2. Бойцов Б.В. Надежности шасси самолетов. – М.: Машиностроение. – 1976. – 216 с.
3. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский Н.В. Курс теории вероятностей и математической статистики. – М.: Наука. – 1969. – 512 с.



**Рис. 3. Гистограммы распределения максимальных амплитуд напряжений – 1 и теоретическая плотность распределения – 2: а – для звена шлиц-шарнира; б – для тормозной тяги**



### Estimation of the Probability of Occurrence of Overload Loading Cycles of Power Parts of Transport Aircraft in Operation

**B.V. Boytsov**, doctor of technical sciences, professor, head of the department 104 «Technological design and quality management» of Moscow Aviation Institute (National Research University); Moscow

**G.N. Kravchenko**, candidate of technical sciences, head of sector, associate professor of Moscow Aviation Institute (National Research University); Moscow

e-mail: gnkrav@mail.ru

**Yu.I. Popov**, associate professor of Moscow Aviation Institute (National Research University); Moscow

**Summary.** Based on the processing and analysis of flight experiment data, the law of distribution of

the maximum load cycles of variable loads acting on typical chassis parts of domestic transport aircraft in various operating conditions was determined. The parameters of this law were determined for the most critical parts and the probability of occurrence of overload voltage cycles above a specified level during the operation of the aircraft was estimated.

**Keywords:** high-loaded parts, transport aircraft, reloading cycles, aircraft landing gear, the law of distribution of extreme values.

**References:**

1. Boytsov B.V., Kravchenko G.N., Petukhov Yu.V. Changing the quality of surface-hardened parts during operation. *Aviation industry. National institute of aviation technologies*. 2015, No. 2. pp. 55–59.
2. Boytsov B.V. Reliability landing gear aircraft. *Engineering*. Moscow, 1976. 216 p.
3. Smirnov N.V., Dunin-Barkovsky N.V. Course of probability theory and mathematical statistics. *The science*. Moscow, 1969. 512 p.

DOI: 10.34214/2312-5209-2019-22-2-98-105

# Повышение качества послепродажного обслуживания – стратегическое направление развития отечественного вертолетостроения

## А.И. Ресинец

к.воен.н., доцент кафедры «Проектирование вертолетов» Московского авиационного института (НИИ); Москва

e-mail: k102@mai.ru

## В.С. Колмаков

ведущий специалист по сопровождению контрактов АО «У-УАЗ»; Республика Бурятия, г. Улан-Удэ

e-mail: v.kolmakov@uuaz.ru

**Аннотация.** В статье проведен анализ существующего парка вертолетов в РФ. Рассмотрены пути повышения качества послепродажного обслуживания авиационной техники, вновь разрабатываемой и находящейся в эксплуатации, с целью сделать ее конкурентоспособной на мировом рынке.

**Ключевые слова:** поддержание летной годности, эффективность, сертификация, Воздушный кодекс, Федеральные авиационные правила, авиационный комплекс, вертолет, комплексная система сервисного обслуживания, воздушное судно.

Повышению качества послепродажного обслуживания (ППО) вертолетной техники в последнее

время уделяется особое внимание со стороны государства. Это вызвано рядом причин, одной из которых является падение спроса на отечественные вертолеты, как внутри страны, так и за рубежом. Поэтому совершенствование системы ППО является стратегическим направлением развития отечественного вертолетостроения.

В настоящее время в гражданской авиации России эксплуатируются вертолеты как отечественного, так и зарубежного производства, причем доля зарубежных вертолетов с каждым годом становится все больше. Анализ данных, представленных на рис. 1, показывает, что доля вертолетов отечественного производства, за период с 2009 г. по 2013 г. снизилась на 9,7 %, а доля вертолетов иностранного производства увеличилась на 9,7 % [2].

Структура парка гражданских вертолетов России такова: 5 % составляют вертолеты тяжелого класса, 89 % – вертолеты среднего класса и 8,5 % – вертолеты легкого класса [7]. Из рис. 2 видно, что вертолеты, возраст которых находится в интервале от 15 до 25 лет составляют 23 % от всего парка, а вертолеты возрастом более 25 лет – 52 %, то есть более половины.

Вертолетный парк гражданских вертолетов в России, по состоянию на 01.01.2017 г., насчитывал 888 вертолетов (рис. 3). С каждым годом он уменьшался и за последние пять лет сократился



Рис. 1. Состав российского парка гражданских вертолетов с 2008 по 2013 г.

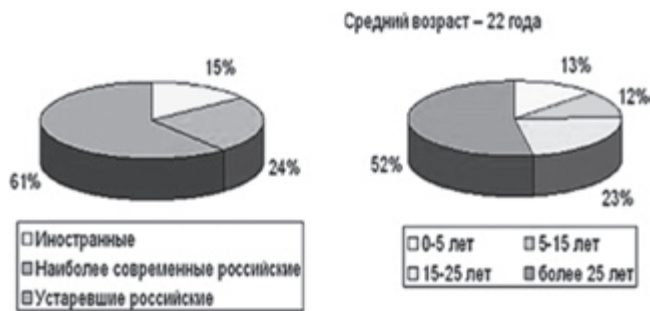


Рис. 2. Структура парка коммерческих гражданских вертолетов

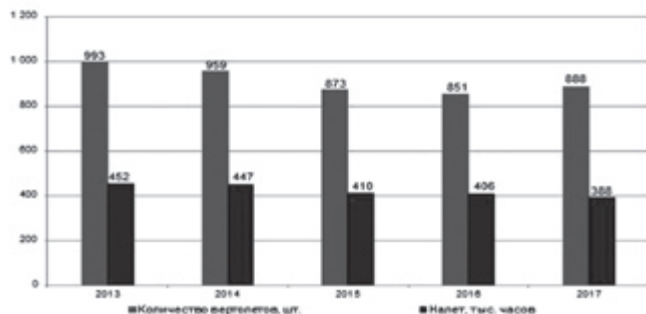


Рис. 3. Парк и производственный налет коммерческих вертолетов в России

на 105 вертолетов [10]. Сокращение парка обусловлено, прежде всего, выводом из эксплуатации возрастных вертолетов в связи с выработкой их ресурса, ростом числа авиационных происшествий (рис. 4), а также малым количеством новых вертолетов, приобретаемых эксплуатантами (рис. 5).

Пик максимального количества произведенных и поставленных эксплуатантам гражданских вертолетов приходится на 2008 г. – 34 вертолета (рис. 5).

В 2018 г. на вертолетных заводах России всего было построено 220 вертолетов, против 214 вертолетов в 2017 г. В том числе на заводе в Улан-Удэ (АО «У-УАЗ») в 2018 г. было построено более 20 вертолетов семейства Ми-8/17/171 в рамках государственного оборонного заказа (ГОЗ),

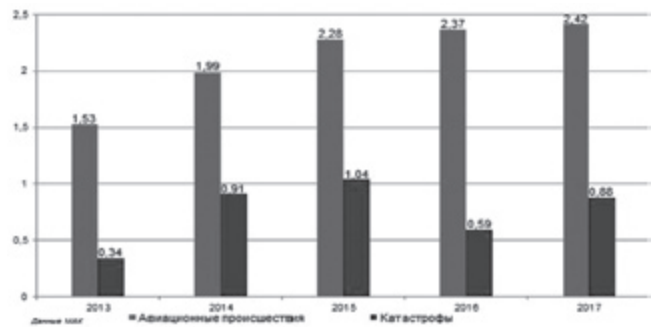


Рис. 4. Количество авиационных происшествий и катастроф на 100 тыс. часов налета коммерческих вертолетов без авиации общего назначения (АОН)

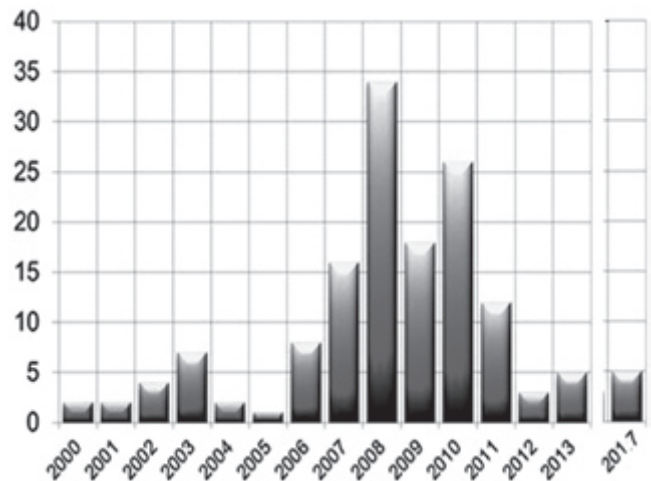


Рис. 5. Поставки новых гражданских вертолетов эксплуатантам России

13 вертолетов Ми-8 АМТ в медицинском исполнении и 2 вертолета Ми-171А2 для авиакомпании «ЮТэйр-Вертолетные услуги» [8].

Снижение производства вертолетов государственной авиации вызвано:

- уменьшением ГОЗ,
- снижением экспортных поставок продукции военного назначения.

Здесь немаловажную роль играют США, которые намерены расширить список стран, которым будет выплачиваться компенсация на покупку американской военной техники в случае отказа от российского и китайского оружия. Речь идет о внесении изменений в стартовавшую в 2018 г. европейскую программу стимулирования рекапитализации (EIRIP), в рамках которой только Словакия получила \$ 50 млн на приобретение новых вертолетов.

Снижение производства вертолетов гражданского назначения и экспортных поставок обусловлено:

- отсутствием должного сервисного (послепродажного) обслуживания и комплектующих запасных частей для авиационной техники (АТ);

- приостановлением работ по получению сертификата типа в связи с реорганизацией Межгосударственного авиационного комитета, функции и полномочия которого по сертификации типовых конструкций воздушных судов (ВС), двигателей, воздушных винтов и аэродромов были перераспределены между Минтрансом, Минпромторгом и Росавиацией (Постановление Правительства РФ от 28 ноября 2015 г. № 1283);

- неидентичностью нормативной базы по сертификации АТ РФ, что существенно сказывается как на времени проведения сертификационных работ, так и на их стоимости;

- сокращением числа стран – потенциальных покупателей вертолетов российского производства.

На рис. 6 показано, какие страны признают правила Федеральной авиационной администрации США (FAA) и Европейского агентства авиационной безопасности (EASA). Видно, что число стран, которые могут стать потенциальными покупателями российской гражданской АТ, существенно меньше, чем у зарубежных конкурентов.

Этот рынок постоянно сокращается, что связано:

- с недостаточным развитием отечественной нормативной базы;
- с отсталостью технологий сертификации вертолетов и комплектующих изделий (КИ);
- с несовершенством планирования новых разработок;
- с недостаточной работой по признанию Авиарегистра России на международном уровне;
- с недостаточной и медленной работой по составлению и внедрению новых Федеральных авиационных правил (ФАП) по нормам летной годности ВС и др.;
- с отсутствием унифицированных требований к поставщикам и их необязательностью, низкой эффективностью систем сертификации разработчиков и производителей АТ;
- с низким уровнем подготовки кадров в промышленности;



Рис. 6. Страны, признающие правила FAA и EASA

- с отсутствием развитой системы послепродажного сопровождения и поставок КИ [10].

Отсутствие единой системы послепродажного обслуживания новых модификаций отечественных вертолетов стало в 90-е годы едва ли не главной головной болью зарубежных авиакомпаний, которые в тот период делали ставку на российскую авиатехнику. По мнению экспертов ГосНИИ ГА [5], система поддержания летной годности и ППО эксплуатации АТ, существующая в РФ, до сих пор не соответствует современным международным требованиям. Эксплуатанты отечественных вертолетов не в полной мере удовлетворены качеством услуг ППО вертолетов, предоставляемых АО «Вертолеты России».

Приведенные на рис. 7 сведения – результат опроса клиентов на предмет удовлетворенности различными аспектами ППО отечественных вертолетов, находившихся в эксплуатации в 2015 г. (были опрошены 15 эксплуатантов, обладающих общим парком более 500 вертолетов).

Формирование современной системы ППО было заложено в Федеральную целевую программу «Развитие гражданской авиационной техники России на 2002–2010 годы и на период до 2015 года». Ее разработкой и реализацией занималась Вертолетная сервисная компания (ВСК), в тот период входившая в структуру корпорации «Оборонпром», а в настоящее время являющаяся дочерней компанией холдинга «Вертолеты России». Анализ показывает, что процесс создания работоспособной системы ППО вертолетной техники в нашей стране существенно затянулся, и на сегодняшний день она до конца так и не сформирована. Пока вертолеты хорошо продавались, вопросам ППО уделялось недостаточно внимания. Но после того, как продажи вертолетов упали, эту проблему пришлось оперативно решать.

Эффективная система ППО является одним из определяющих факторов для поставок вертолетов как на внутренний рынок, так и на экспорт. И для того чтобы вертолеты хорошо продавались за рубеж, необходимо насыщение ими внутренне-го рынка со всем спектром услуг ППО. Нередко на

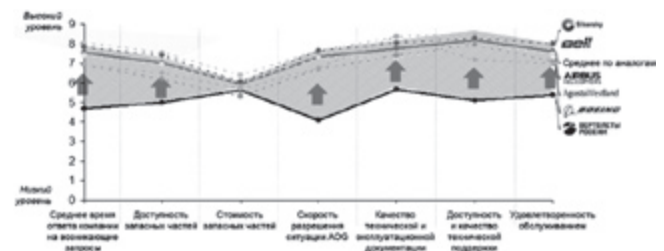


Рис. 7. Удовлетворенность клиентов системой ППО АО «Вертолеты России»





переговорах иностранные покупатели спрашивают: «Сколько вертолетов, которые вы нам предлагаете купить, эксплуатируется в России?» И случаются такие казусы, что непонятно, как отвечать на подобные вопросы. Подобная ситуация сложилась с заключением контракта на поставку вертолетов Ка-226Т в Индию в 2010 г. На тот момент в России в эксплуатации находилось не более 20 вертолетов Ка-226, а вертолетов Ка-226Т – только два. На сегодняшний день идет только освоение производства этих вертолетов на Улан-Удэнском авиационном заводе с выпуском первой партии и последующей передачей сборочного производства в Индию.

Теперь непросто продать вертолет. Заказчик при заключении контракта на поставку заинтересован вместе с вертолетной техникой приобрести весь комплекс услуг, связанных с поддержанием ее летной годности на протяжении всего жизненного цикла. Современная система ППО, в нашем понимании – это переход от продаж вертолетов, как единиц техники, к продаже всего жизненного цикла, начиная с разработки, сопровождения эксплуатации и заканчивая утилизацией. Зарубежные производители АТ активно предлагают услуги по продаже жизненного цикла.

Одним из наиболее значительных шагов в этом направлении стала разработка и последующее внедрение оборонным ведомством США принципиально новой концепции тылового обеспечения войск по нормируемым показателям конечного результата – *PBL (Performance Based Logistics)*. Основной идеей концепции стал отказ от жесткого, установленного «раз и навсегда» разграничения ответственности между военным заказчиком и гражданским поставщиком за постпроизводственные стадии жизненного цикла АТ. Тыловые службы оборонных ведомств перестали быть простыми покупателями, а предприятия ОПК – продавцами услуг и предметов материально-технического обеспечения. Появилась возможность заключения долговременных и взаимовыгодных соглашений о послепродажной поддержке между военными заказчиками и гражданскими поставщиками АТ. В основу таких соглашений были положены новые законы о государственно-частном партнерстве. Предметом таких соглашений стали не конкретные запасные части, материалы или услуги, а нормируемые показатели конечного результата: боеготовности, надежности, эффективности эксплуатации боевой техники в войсках. Сегодня Министерство обороны США считает *PBL* предпочтительным подходом к сервисной поддержке вновь создаваемых и уже эксплуатируемых систем вооружений и военной техники [16].

Авторитетный журнал *Aviation International News*, специализирующийся на новостях бизнес-авиации, назвал клиентскую поддержку *Bell Helicopter* лучшей среди мировых производителей вертолетов. Высшие оценки компания получила в категориях «доступность запчастей», «стоимость запчастей», «быстрота замены необходимых запчастей», «техническая документация» и «общая надежность летательного средства».

Ведущие производители вертолетов, включая *Airbus Helicopters, Bell Helicopter, Robinson Helicopters* и другие компании, участвуют в послепродажном обслуживании через сеть своих авторизованных сервисных центров (СЦ). Существует два типа СЦ: принадлежащие производителю и независимые.

Независимые сервисные центры проходят процедуру сертификации и получают от производителя вертолетов официальный статус и право заниматься техобслуживанием и ремонтом воздушных транспортных средств производства этих заводов. Большинство производителей предпочитают работать через независимые сервисные центры. Так, *Augusta Westland* по состоянию на 2016 г. имеет 6 собственных и 86 независимых СЦ. *Bell Helicopter* обслуживает клиентов через 5 собственных и 101 независимый СЦ. Благодаря этому подходу производители расширяют географию центров послепродажного обслуживания, а владельцы воздушных аппаратов могут получать нужные услуги в регионе эксплуатации вертолета.

Основные производители, такие как *Boeing, Airbus, Embraer, Bombardier*, всемирно известные компании по производству авиационных двигателей *Siemens, General Electric, Mitsubishi Heavy Industries* и др., обладают развитой системой поддержки заказчика, которая включает:

- постоянный мониторинг рабочих параметров и анализ состояния оборудования;
- обеспечение аварийных выездов специалистов;
- консультационную поддержку, в том числе рекомендации по решению технических проблем;
- круглосуточную телефонную поддержку (в том числе на русском языке);
- выдачу рекомендаций по замене частей и узлов оборудования, его модернизации и т.д.

Например, купив новый вертолет (самолет) фирмы *Boeing*, эксплуатант получает гарантию на основные агрегаты на 3–4 года. Каждому владельцу вертолета предоставляется доступ к корпоративному portalу сайта *Boeing*; в случае выхода из строя блока, агрегата, датчика или любой другой детали владелец может отправить заявку на склад и, если этого компонента на складе не окажется, то заказ будет выполнен и доставлен в самые сжатые сроки

прямо с производства. В случае вынужденного простоя вертолета (более 12 часов) фирма *Boeing* компенсирует стоимость работ. Судьбу заказа можно отслеживать в режиме реального времени на сайте *Boeing*: откуда доставляется товар и сколько времени занимает дорога.

По прогнозам *Boeing*, до 2033 г. емкость рынка обслуживания составит \$ 2,5 триллиона – сумма, превышающая объем рынка новых узкофюзеляжных самолетов и вертолетов, включает весь спектр не связанных с производством услуг, от регулярного технического обслуживания до обучения и переподготовки летного состава [1]. Реализация столь разнообразных функций позволяет гибко реагировать на все проблемы, возникающие у заказчика в процессе эксплуатации оборудования. Развитая система ППО различной глубины позволяет постоянно поддерживать вертолет в работоспособном состоянии [3].

Основными проблемами ППО российских вертолетов являются:

- отсутствие системного подхода к организации и управлению ППО,
- недостаточно скоординированные действия участников ППО,
- отсутствие постоянного информационного взаимодействия с эксплуатантами вертолетов,
- слабое освоение и отсутствие контроля над рынком поставок запасных частей.

В связи с существенным отставанием от мирового уровня ВСК в 2008 г. была разработана специальная Программа создания системы ППО российской вертолетной техники, предусматривающая решение как первоочередных, так и перспективных задач. Сформирована дорожная карта, определен порядок реализации и источник финансирования основных мероприятий Программы ППО (рис. 8, 9) [14].

Анализ приведенных дорожных карт показывает, что не все задачи по реализации Программы ППО к настоящему времени выполнены. Поэтому актуальные проблемы развития системы ППО российских



Рис. 8. Комплекс первоочередных задач по реализации Программы создания системы ППО



Рис. 9. Комплекс перспективных задач по реализации Программы создания системы ППО

вертолетов ежегодно обсуждаются на вертолетных форумах. Очередной 10-й форум пройдет в ноябре 2019 г. Тем не менее, в [12] отмечается, что «...холдинг «Вертолеты России», в лице дочерней компании ВСК, успешно развивает систему ППО и ремонта вертолетов различных модификаций на мировом рынке, а ...принятая холдингом новая стратегия ППО, при условии ее выполнения, даст возможность выйти на необходимый уровень оказания услуг и завоевать новые конкурентные преимущества на международном рынке». При этом ни слова не говорится о внутреннем рынке ППО. Возникает вопрос – почему?

В связи со сложившейся ситуацией в авиационной промышленности Минпромторгом РФ в соответствии с Федеральным законом РФ от 28 июня 2014 г. № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации» и во исполнение поручения Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 г. № ИШ-П13-3807 была подготовлена пояснительная записка к проекту распоряжения Правительства РФ «Об утверждении Стратегии и развития авиационной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года», характеризующая текущее состояние российской авиационной промышленности, определяющая сценарии ее дальнейшего развития и задающая комплекс мер, реализация которых позволит повысить конкурентоспособность российской авиатехники и ее долю на рынке.

Одной из задач выработанной стратегии является формирование эффективной системы продвижения продаж и сервисного обслуживания продукции авиационной промышленности [4]. На выставке *HeliRussia 2015* ВСК холдинга «Вертолеты России» и консалтинговая компания *Strategy Partners Group* подписали договор на оказание консультационных услуг по разработке стратегии ППО вертолетной техники российского производства до 2030 г. Разработку стратегии было решено начать незамедлительно [11].



Директор ВСК Дмитрий Борисенко на выставке *HeliRussia 2015* заявил, что задача разработки стратегии «Послепродажное обслуживание 2030» сложна и амбициозна, и ее выполнение потребует тесной координации и сотрудничества всех предприятий холдинга (включая конструкторские бюро, вертолетные заводы и авиаремонтные предприятия). «С учетом сложности предстоящей работы, сжатых сроков по ее выполнению, разработку стратегии предполагается завершить в августе 2015 г.», – заявил М. Григорьев, партнер *Strategy Partners Group* [11].

Анализ показывает, что в настоящее время холдинг «Вертолеты России» как на внутреннем, так и на внешнем рынке сталкивается с серьезной конкуренцией со стороны иностранных производителей и поставщиков. При существенном изменении требований стран-потребителей к качеству вертолетной техники или изменении политических и экономических отношений с Россией это может привести к выбору в пользу продукции основных конкурентов. Отечественный эксплуатант в последнее время предпочитает приобретать вертолеты зарубежного производства, и доля иностранных вертолетов, как видно из *рис. 1*, с каждым годом возрастает. Никто не желает приобретать вертолет, который больше простаивает, чем летает и простаивает в основном из-за отсутствия запчастей. Если вертолет летает, то он приносит прибыль, не летает – убытки. Это простое правило должно быть на устах всех ответственных за произведенную продукцию и ее сопровождение эксплуатации.

Холдинг «Вертолеты России» обладает разветвленной сетью предприятий с функционалом в области ППО на территории РФ, и это позволяет делать положительные прогнозы. Свидетельство этому – география авиаремонтных заводов (АРЗ) на территории России, представленная на *рис. 10*.

В настоящее время приоритетным направлением АО «Вертолеты России» в области развития



Рис. 10. География вертолетных АРЗ на территории России

ППО является создание комплексной системы сервисного обслуживания (КССО) для вертолетов Ми-38, Ансат, Ка-226Т и Ка-62 (*рис. 11*). Важное место в стратегии ППО отводится качественной логистике, которая предполагает создание логистических центров как внутри страны (первый современный многофункциональный складской комплекс АО «ВСК» открыт в Шереметьево), так и за рубежом (в Китае, Азербайджане, Индии и др. странах, где есть присутствие отечественных вертолетов, а их, ни много ни мало, около 8500).

Как видно из *рис. 11*, приоритетными направлениями стратегии «ППО 2030» являются [12]:

- создание складских терминалов и глобальной сети сертифицированных центров ТОиР, обеспечивающих потребности эксплуатантов на уровне мировых стандартов;
- создание единой службы технической поддержки эксплуатанта в режиме «Онлайн 24/7» для эксплуатирующих организаций ГА и предприятий по ТОиР на территории России и за рубежом;
- создание логистических центров во всех ключевых центрах присутствия.

Решение всех перечисленных задач возможно только в рамках КССО, разработанной на единой унифицированной сервисной платформе *OperKit Platform*, заказчиком которой является АО «ВСК», а разработчиком ООО «Инженерный центр информационно-аналитических систем» (ООО «ИЦ ИАС»).

Стратегия реализации проекта направлена на поэтапное решение следующих задач:

- организации рационального материально-технического обеспечения и технического документирования, а также сокращение затрат на их проведение;
- обеспечение актуальной эксплуатационной и технической документацией в удобном для использования электронном формате;
- организация *online*-доступа к эксплуатационным данным [15] (*рис. 12*).

Предпосылкой реализации проекта стало отсутствие современной системы ППО у российских



Рис. 11. Направления развития комплекса ППО Холдинга «Вертолеты России»



предприятий-разработчиков, что приводит к проблемам в международных и внутренних тендерах на поставку изделий и их составных частей. Срок реализации проекта: IV квартал 2018 г. – III квартал 2020 г. Анализ показывает, что проект «Стратегия ППО-2030» уже длится 12 лет. До 2030 г. осталось 11 лет, так что время еще есть.

Создаваемая КССО позволит отечественному вертолетостроению выйти на лидирующие позиции как на внутреннем, так и на мировом рынках только тогда, когда холдинг «Вертолеты России» переориентирует предприятия, входящие в холдинг, с выпуска вертолетов мелкими партиями к крупносерийному производству.

Если отечественный авиапром имеет лидирующие позиции на мировом рынке АТ военного и специального назначения, входит в ТОП-3 стран по производству военных вертолетов и занимает 17 % от общего объема производства, то объем производства гражданских вертолетов составляет всего лишь 1 % [13]. Внутренний рынок России может стать хорошей стартовой точкой для продвижения отечественных вертолетов, но он недостаточен для конкурентоспособного производства, т.к. в настоящий момент рынок гражданских вертолетов на порядок ниже рынка стран ЕС, Северной Америки и Китая, и более чем в 3 раза уступает рынку стран НАТО по продажам вертолетов военного и специального назначения.

Снижение конкурентоспособности отечественного вертолетостроения в частности, связано:

- с низкой производительностью труда в российском авиапроме по сравнению с другими странами-лидерами, т.е. выручка на 1 работника в тыс. дол./чел., по сравнению с Францией, ниже почти в 7,7 раза, с Германией в 6,7 раза, с США в 6,1 раза, по данным 2014 г.;
- с устаревшей индустриальной моделью. На не ключевые переделы интегрированных структур может приходиться до 65 % всех трудозатрат и инвестиций, при этом загрузка оборудования составляет около 50 %.

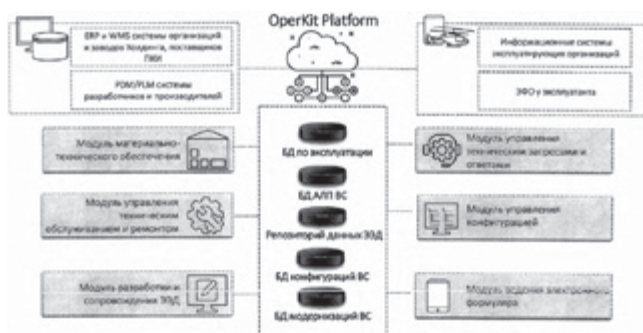


Рис. 12. Структура цифровой платформы поддержки эксплуатации

Если оценить долю аутсорсинга при производстве АТ, то такие фирмы как *Boeing* и *Airbus* никогда не отдадут на аутсорсинг испытания и финальную сборку, но отдают все остальное (агрегатная сборка, композиты, литейное и кузнечное производство, гальваника и покрытия, механосборочное производство, оснастка, резинотехнические изделия и пластмассы). В холдинге «Вертолеты России» иногда на аутсорсинг отдаются оснастка, резинотехнические изделия и пластмассы, а все остальное никогда не отдается [13].

Изучение мирового опыта в области ППО современных вертолетов гражданской авиации позволяет сделать следующие выводы:

1. Разработка КССО невозможна без государственной поддержки.
2. В основе разработки КССО должна лежать отраслевая полнофункциональная система интегрированной логистической поддержки для управления ППО.
3. Создаваемая платформа должна использовать цифровые технологии, такие как: большие данные (*BigData*); искусственный интеллект (*AI*); системы распределенного реестра (*Blockchain*); дополненная реальность (*AR*).
4. Внедрение КССО невозможно без перехода холдинга «Вертолеты России» с выпуска вертолетов мелкими партиями к крупносерийному производству.

## Литература

1. Бродерик Ш. Boeing концентрирует силы на послепродажном обслуживании. AVIATION WEEK, 29 июля 2014 г. <http://www.ato.ru/content/boeing-koncentriruet-sily-na-posleprodazhnom-obsluzhivanii>.
2. Худоленко О.В. Пути повышения эффективности эксплуатации парка отечественных вертолетов. AviationExplorer, 26 декабря 2014 г. <http://www.aex.ru/docs/2/2014/12/26/2171>.
3. Козырев М. Летное бремя. Forbes Contributor. 3 августа 2004 г. <https://www.forbes.ru/forbes/issue/2004-08/20542-letnoe-bremya>.
4. Михайлов А.А. Переход к продаже жизненного цикла как способ повышения конкурентоспособности промышленных двигателей. Экономический анализ, 6(309), 2013.
5. Егоров Е.Г., Катков Д.И. Направление совершенствования нормативной базы и совершенствования процессов сертификации бортового оборудования гражданских ВС в РФ. ГосНИИ АС, МАКС-2015. <https://docplayer.ru/51399911-Napravleniya-razvitiya-normativnoy-bazy-i-sovershenstvovaniya-processov-sertifikacii-bortovogo-oborudovaniya-grazhdanskih-vs-v-rf.html>.



6. Исследование РБК: на чем летает Россия. РБК, Общество, 27 ноября 2015 г. <https://www.rbc.ru/research/society/27/11/2015/564de81a9a79472dab-71463a>.

7. Володина Т. Вертолетная стагнация. Show Observer HeliRussia, 25 мая 2017 г. <http://www.ato.ru/content/vertoletnaya-stagnaciya>.

8. Пономарев Ю. Итоги работы авиастроительной отрасли России в 2018 г. Жуковский авиакластер. <http://rusaviacuster.ru/aviatsiya/aerokosmicheskij-kompleks/1249-itogi-raboty-vertoletostroitelnoj-otrasli-rossii-v-2018-g>.

9. Ткачев И., Старостина Ю. РБК: Производство самолетов и вертолетов в России упало на 42 %. <https://www.rbc.ru/economics/24/04/2019/5cc0-3f999a79473ccb742b9>.

10. Кабачник И. Игра в развитие. АТО.RU, 31 октября 2018 г. <http://www.ato.ru/content/igra-v-razvitiie?slink=mai&pos=1>.

11. «Вертолеты России» создадут стратегию сервисного обслуживания. Ростех, 22 мая 2015 г. <https://rostec.ru/news/4516559>.

12. Задел на будущее: сервис как часть стратегии. Russian Helicopters, № 3(35), 2018. [http://www.russianhelicopters.aero/upload/iblock/c00/RH\\_mag\\_03\\_2018\\_block\\_full\\_04.pdf](http://www.russianhelicopters.aero/upload/iblock/c00/RH_mag_03_2018_block_full_04.pdf).

13. Ключевые положения проекта «Стратегии авиационной промышленности Российской Федерации на период до 2030 года». Самара, май 2016 г. Заседание Комитета по авиационной промышленности Союза машиностроителей России.

14. Боргун Ю.В. Создание системы послепродажного обслуживания вертолетной техники российского производства. <http://old.cals.ru/conferences/OAK2008/material/vertol.pdf>.

15. «Проект OperKit Platform – цифровая платформа поддержки эксплуатации». Информационная система обеспечения послепродажного обслуживания высокотехнологичных изделий как составная часть центров инжиниринга. ИЦИАС. <https://ecias.ru/ru/activities/operkit-platform>.

16. Performance Based Logistics: A Program Manager's Product Support Guide. DEFENSE ACQUISITION UNIVERSITY PRESS. March 2005.

### Improving the Quality of After-Sales Service is a Strategic Direction for the Development of the Domestic Helicopter Industry

**A.I. Resinets**, candidate of military sciences, associate professor of the Department «Helicopter Design» of Moscow Aviation Institute (National Research University); Moscow

**V.S. Kolmakov**, leading specialist in contract support at Ulan-Ude aviation plant; Republic of Buryatia, Ulan-Ude

e-mail: v.kolmakov@uuaz.ru

**Summary.** The article analyzes the existing helicopter fleet in the Russian Federation. Ways to improve the quality of after-sales service of aviation equipment newly developed and in operation, with the aim of making it competitive in the world market, are considered.

**Keywords:** airworthiness, efficiency, certification, Air code, Federal aviation regulations, aviation complex, helicopter, integrated service system, aircraft.

#### References:

1. Broderick Sh. Boeing concentrates on after-sales service. *AVIATION WEEK*. Available at: <http://www.ato.ru/content/boeing-koncentriruet-sily-na-posleprodazhnom-obsluzhivaniy> (Accessed 29 July 2014).

2. Khudolenko O.V. Ways to improve the efficiency of operation of the fleet of domestic helicopters. *Aviation Explorer*. Available at: <http://www.aex.ru/docs/2/2014/12/26/2171/> (Accessed 26 December 2014).

3. Kozyrev M. Flight burden. *Forbes Contributor*. <https://www.forbes.ru/forbes/issue/2004-08/20542-letnoe-bremya> (Accessed 3 August 2004).

4. Mikhailov A. A. Transition to the sale of the life cycle as a way to increase the competitiveness of industrial engines. *Economic analysis*. 2013, 6 (309).

5. Egorov E.G., Katkov D.I. Direction of improvement of the regulatory framework and improvement of certification processes for airborne equipment of civil aircraft in the Russian Federation. *State research institute of aviation systems, MAKS-2015*. Available at: <https://docplayer.ru/51399911-Napravleniya-razvitiya-normativnoy-bazy-i-sovershenstvovaniya-processov-sertifikatsii-bortovogo-oborudovaniya-grazhdanskih-vs-rf.html>.

6. Research RBC: what flies Russia. *RosBusinessConsulting, Society*. Available at: <https://www.rbc.ru/research/society/27/11/2015/564de81a9a79472dab71463a> (Accessed 27 November 2015).

7. Volodina T. Helicopter stagnation. *Show Observer HeliRussia*. Available at: <http://www.ato.ru/content/vertoletnaya-stagnaciya> (Accessed 25 May 2017).

8. Ponomarev Yu. Results of the work of the aircraft manufacturing industry of Russia in 2018. *Zhukovskiy aviaklaster*. Available at: <http://rusaviacuster.ru/aviatsiya/aerokosmicheskij-kompleks/1249-itogi-raboty-vertoletostroitelnoj-otrasli-rossii-v-2018-g>.

9. Tkachev I., Starostina Yu. RBC: Production of airplanes and helicopters in Russia fell by 42%. Available at: <https://www.rbc.ru/economics/24/04/2019/5cc03f999a79473ccb742b9>.

10. Kabachnik I. Game in development. *ATO.RU*. Available at: <http://www.ato.ru/content/igra-v-razvitiie?slink=mai&pos=1> (Accessed 31 October 2018).

11. «Russian Helicopters» will create a service strategy. *Rostec*. Available at: <https://rostec.ru/news/4516559/> (Accessed 22 May 2015).

12. Reserve for the future: service as part of the strategy. *Russian Helicopters*. 2018, No. 3 (35). Available at: [http://www.russianhelicopters.aero/upload/iblock/c00/RH\\_mag\\_03\\_2018\\_block\\_full\\_04.pdf](http://www.russianhelicopters.aero/upload/iblock/c00/RH_mag_03_2018_block_full_04.pdf).

13. Key provisions of the draft Strategy of the aviation industry of the Russian Federation for the period up to 2030. *Meeting of the Committee on the aviation industry of the Russian engineering union*. Samara, May 2016.

14. Borgun Yu.V. Creating a system of after-sales service of Russian-made helicopters. Available at: <http://old.cals.ru/conferences/OAK2008/material/vertol.pdf>.

15. The project «OperKit Platform is a digital operation support platform.» Information system for providing after-sales service of high-tech products as an integral part of engineering centers. *IC IAC*. Available at: <https://ecias.ru/ru/activities/operkit-platform>.

16. Performance Based Logistics: A Program Manager's Product Support Guide. *DEFENSE ACQUISITION UNIVERSITY PRESS*. March 2005.

# Эволюция бизнес-моделей низкобюджетных авиакомпаний – фактор аэропорта



**В.П. Горбунов**

к.т.н., генеральный директор  
АО «Авиакомпания «Якутия»; г. Якутск  
e-mail:  
vlad.gorbunov@bk.ru

**Аннотация.** Рассмотрены различные аспекты эволюции бизнес-моделей низкобюджетных авиакомпаний, обусловленные фактором аэропорта. Систематизированы направления эволюции бизнес-моделей низкобюджетных авиакомпаний, связанные с фактором аэропорта. Отмечено, что бизнес-модели низкобюджетных компаний как динамично развивающиеся системы оказывают влияние на бизнес-модели аэропортов, формируя их географическую структуру, размерные параметры и отличительные качественные и количественные показатели.

**Ключевые слова:** низкобюджетные авиакомпании, бизнес-моделирование, системно-интегральная методология, фактор аэропорта.

## Введение

Исследованию низкобюджетных авиакомпаний (*Low Cost Carrier, LCC*) посвящен цикл работ автора, в которых рассмотрены принципы и методология бизнес-моделирования [1], системно-интегральная методология при исследовании принципов бизнес-моделирования низкобюджетных авиакомпаний [2] и факторы и параметры структурной организации базовой (архетипической) модели низкобюджетных авиакомпаний [3].

Низкобюджетные авиакомпании базовой (архетипической) модели *Ryanair, Southwest Airlines, Wizz Air, Easy Jet* и др. представляют собой наиболее развитый сегмент низкобюджетных перевозчиков [2].

С позиций системно-интегральной методологии низкобюджетные авиакомпании рассматриваются как системы, которые обеспечивают свою устойчивость на конкурентном рынке за счет ценового разрыва по стоимости авиаперелета благодаря снижению собственно самой се-

бестоимости перевозки – стоимости кресло-километра (*CASK*) в сравнении с традиционными авиакомпаниями.

К усложненным бизнес-моделям отнесены производные от базовой (архетипической) модели, в которых учтены дополнительные факторы: аэропорта, экономико-географический, гибридный, развития и др. [3].

В рамках обозначенных подходов представляет интерес изучение путей развития бизнес-моделей, их взаимодействия друг с другом и с традиционными бизнес-моделями, предпочтительно по данным зарубежных источников. Среди тенденций можно указать на такие перспективные направления как освоение низкобюджетными компаниями дальнемагистральных перевозок [4], адаптация к главным аэропортам и др. [23].

К настоящему времени сложилась ситуация, при которой отечественные низкобюджетные авиакомпании пока еще не играют заметной роли на рынке авиаперевозок пассажиров, тогда как за рубежом накоплен не только практический опыт, но и ведется дискуссия о принципиальных путях развития низкобюджетных авиакомпаний, представляющая для нас интерес с точки зрения использования в отечественной практике. Широкое распространение низкобюджетных компаний по всему миру и масштаб решаемых ими задач дает обширный материал, полезный при анализе методов завоевания низкобюджетными компаниями рыночных позиций [23].

В настоящей работе рассмотрен ряд вопросов, связанных с взаимовлиянием низкобюджетных авиакомпаний и аэропортов:

- анализ тенденций на рынке авиаперевозок с фиксацией изменения долей низкобюджетных и традиционных компаний;
- изучение направлений эволюции бизнес-моделей *LCC*, связанных с фактором аэропорта;
- методы экспансии низкобюджетных компаний к главным аэропортам;
- модернизация действующих и проектирование новых аэропортов для обслуживания как низкобюджетных компаний, так и традиционных авиакомпаний.

По состоянию на 2014 г. на долю низкобюджетных компаний приходилось около 27 % от числа пе-





резиновых пассажиров в мире, и этот показатель продолжает расти.

Динамика доли пассажиропотока по годам, приходящегося на низкобюджетные компании, имеет характер монотонного роста (рис. 1) [5, 6].

Распределение доли пассажиропотока низкобюджетных компаний по регионам мира неравномерно, лидируют Европа и Северная Америка, однако азиатский регион прогрессирует высокими темпами, где показательным является период начала двухтысячных, с сентября 2001-го по сентябрь 2007 г. (рис. 2) [7].

Как следует из графика изменения доли глобального пассажиропотока низкобюджетных компаний по годам (рис. 1), имеет место передел рынка авиаперевозок с непрерывным ростом доли низкобюджетных компаний за счет постепенного захвата рынка у традиционных перевозчиков.

Необходимо отметить также следующие обстоятельства:

- график зависимости изменения доли глобального пассажиропотока низкобюджетных компаний по годам может быть описан как монотонно возрастающая кривая без выхода на насыщение, что указывает на неисчерпанность потенциала роста низкобюджетных компаний на конкурентном рынке;

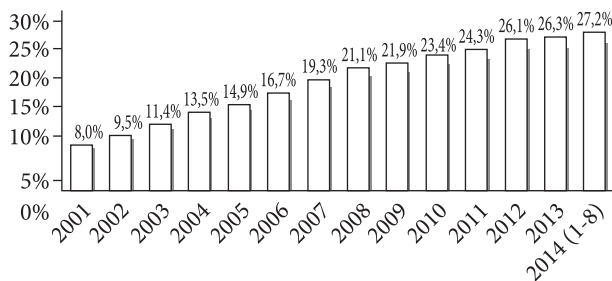


Рис. 1. Глобальный потенциал низкобюджетных компаний в 2001–2014 [6]

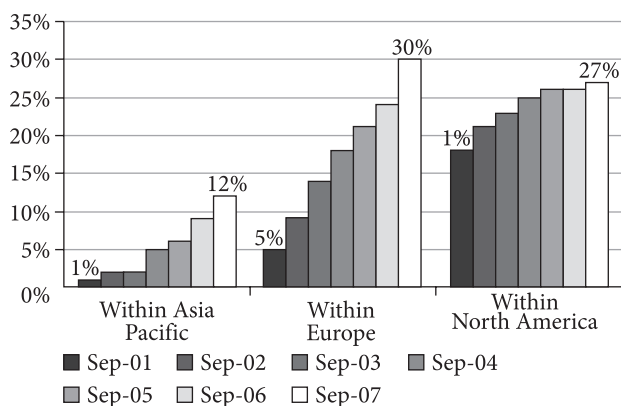


Рис. 2. Динамика доли низкобюджетных авиакомпаний в пассажиропотоке по регионам за период сентябрь 2001 – сентябрь 2007 гг. (%) [7]

- достижение низкобюджетными компаниями высоких позиций на глобальном рынке авиаперевозок предполагает рост влияния этого сектора авиаперевозок на различные элементы системы авиаперевозок, от которых зависит конкурентоспособность низкобюджетных компаний.

Принципиально важно отметить, что неравномерность развития низкобюджетных компаний по регионам мира не связана с уровнем доходов населения, и экономически преуспевающие регионы – Северная Америка и Европа – имеют наиболее сильную сеть низкобюджетных компаний. Хотя, согласно графику (рис. 2), прослеживается количественный скачок числа низкобюджетных авиакомпаний также и в Азиатско-Тихоокеанском регионе – от нулевой доли до 12 %. Эта устойчивая динамика практически стартового семилетнего периода начала двухтысячных годов сохраняется и в текущей декаде. Данное обстоятельство позволяет предположить, что потенциал развития сектора низкобюджетных компаний в разных регионах мира далеко не исчерпан, источники его конкурентного преимущества перед сетевыми перевозчиками связаны с такими факторами, как снижение требований пассажиров к комфорту перевозок, а также восприятие ими авиапутешествия как обыденного действия.

Другим знаковым фактором, объясняющим как общемировой, так и Азиатско-Тихоокеанский всплеск роста числа авиакомпаний низкобюджетного сегмента является технологический фактор. Именно в период начала двухтысячных произошел значительный рост производства самолетов семейства *Airbus A320*, обеспечив тем самым создание двух доминирующих в регионах Ближнего Востока и Юго-Восточной Азии знаковых *LCC* – *Air Arabia* и *Air Asia*, где именно *A320* в идеальной для этой бизнес-модели салона в компоновке моно-класса 180 кресел стал основой флота обеих успешных авиакомпаний. Вырвавшись в конце 1980-х на новом технологическом рывке с применением цифровой концепции *Fly-by-Wire*, семейство *Airbus A320* бросило вызов и составило серьезнейшую конкуренцию доминировавшим в то время аналоговым воздушным судам семейств *Boeing 737* и *Douglas DC-9* различных модификаций, приведшее в конце концов к самой большой технологической и рыночной дуополии в общемировом масштабе гражданской авиации.

Возвращаясь к специфике аэропортовой инфраструктуры как базовой платформе успешного функционирования *LCC* бизнес-модели, необходимо отметить, что существуют места, где доля пассажиропотока, приходящегося на низкобюджетные компании, становится преобладающей, рис. 3 [8].

Как следует из анализа затрат низкобюджетных авиаперевозчиков [3], один из наиболее весомых

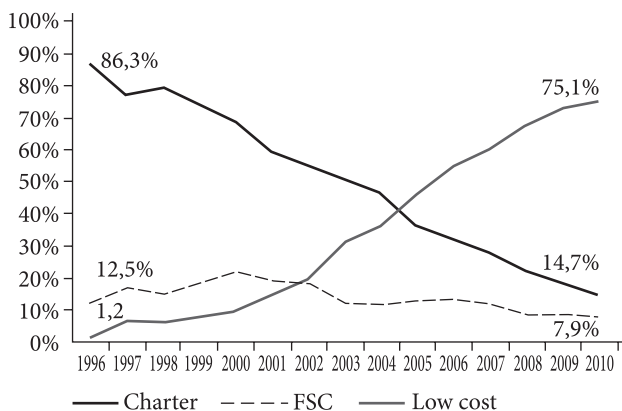


Рис. 3. Динамика пассажирополюта в аэропорту Фару, перевозимого сетевыми, чартерными и низкобюджетными компаниями (1990–2010)

факторов издержек – обслуживание в аэропорту и аэропортовые сборы.

Долгое время считалось, что низкобюджетные компании из соображений экономии не должны пользоваться услугами главных аэропортов, и поэтому они делали упор на второстепенные и региональные аэропорты. Однако на определенном этапе развития низкобюджетных компаний выяснилось, что такая установка сдерживает возможности низкобюджетных авиаперевозчиков в конкуренции с сетевыми компаниями. Более гибкая стратегия низкобюджетных компаний состоит в расширении аэропортовой инфраструктуры, и экспансии к главным

аэропортам, которые до того относились к компетенции сетевых перевозчиков. Данная практика широко используется, например, вторым по величине европейским низкобюджетным авиаперевозчиком *Easy Jet*, в маршрутной сети которого, в отличие от европейского низкобюджетного лидера *Ryanair*, преобладают основные аэропорты крупнейших городов Европы, где *Easy Jet* не без успеха борется за бизнес-пассажира с крупнейшими европейскими сетевыми авиакомпаниями премиального сегмента, такими как *Lufthansa*, *Air France* и *British Airways* [23].

Следует отметить, что стратегия захвата территории конкурента в известном смысле уже освоена низкобюджетными компаниями, как в случае освоения ими дальнемагистральных перевозок, которые ранее были вотчиной сетевых компаний [4].

Принципиально важно, что, поскольку сектор авиаперевозок, за который отвечают низкобюджетные компании, достиг значимых величин и имеет потенциал для дальнейшего роста аэропортов, поэтому они как инфраструктурные объекты оказываются заинтересованы в обслуживании низкобюджетных компаний.

Фактор аэропорта, исследуемый в соответствии с системно-интегральной методологией [1], в системе бизнес-моделей низкобюджетных авиакомпаний *LCC* имеет сложную структуру и включает в себя несколько элементов – направлений модернизации бизнес-моделей, систематизированных в табл. 1.

Таблица 1.

Направления эволюции бизнес-моделей *LCC*, связанные с фактором аэропорта

№ п/п	Направления эволюции бизнес-моделей <i>LCC</i> , связанные с фактором аэропорта	Содержание	Источник
1.	Адаптация <i>LCC</i> к главным аэропортам	приспособление <i>LCC</i> к главным аэропортам, модернизация аэропортов для работы как с сетевыми компаниями, так и с <i>LCC</i>	<i>B. Badanik</i> [9] <i>de Neufville</i> [10]
2.	Новые стратегии планирования и проектирования аэропортов	создание новых аэропортов, адаптированных к обслуживанию как сетевых компаний, так и <i>LCC</i>	<i>de Neufville</i> [11]
3.	Прогнозирование развития бизнес-моделей авиаперевозок ( <i>LCC</i> и сетевых компаний)	разработка методов прогнозирования бизнес-моделей авиаперевозок	<i>PAPER 04</i> [12]
4.	Развитие средних и небольших аэропортов	создание сети средних и небольших аэропортов для обслуживания <i>LCC</i>	<i>Senanu Ashiabor</i> [13]
5.	Диверсификация аэропортов	широкое разнообразие аэропортов, адаптированных под местные особенности (туризм, узловое аэропорты, региональная экономика и др.)	<i>Ribeiro de Almeida</i> [8], <i>B. Badanik</i> [9], <i>Witzenburg, M.C.</i> [14], <i>Macário, R.</i> [15]
6.	Порождение <i>LCC</i> параллельной сети аэропортов	динамический фактор развития аэропортовой локальной инфраструктуры, генерированный <i>LCC</i>	<i>HUMPHREYS, I.</i> [16]
7.	Усовершенствование методов оценки экономической эффективности аэропортов усложненной структуры	анализ экономической эффективности аэропортов с учетом факторов <i>LCC</i>	<i>Tolga Ülkü</i> [17], <i>Bentley, David</i> [18], <i>N. Volkova</i> [19].



Рассмотрим наиболее значимые направления эволюции бизнес-моделей LCC (табл.1).

Одна из форм плодотворного взаимодействия главных аэропортов и низкобюджетных компаний – организация терминалов, отвечающих потребностям низкобюджетных компаний. Кроме того, предусматривается дифференцированное обслуживание пассажиров сетевых и низкобюджетных перевозчиков, что позволяет быстро, качественно и по низким тарифам пропускать большие объемы пассажирского трафика.

В основе новых подходов к планированию и проектированию аэропортов лежат принципы сложности и многообразия построения аэропортов, гибкости управления, способности при необходимости к модернизации, диверсификации и экономичности.

Разные по величине аэропорты разделяются по специализации и диверсификации видов деятельности (рис. 4).

В [20] в качестве одной из ключевых тенденций современного этапа развития моделей бизнеса авиаперевозок указано на гибридизацию – слияние бизнес-моделей сетевых и низкобюджетных компаний.

Одна из наиболее сложных проблем, связанных с определением направлений эволюции бизнес-моделей LCC, состоит в прогнозировании развития бизнес-моделей авиаперевозок, что очень важно при планировании и проектировании аэропортов, диверсификации аэропортов, развитии средних и небольших аэропортов и решении ряда иных задач. Вопросы прогнозирования развития бизнес-моделей авиаперевозок с выделением низкобюджетных компаний как наиболее динамичного сектора стали предметом исследования специалистов Великобритании – страны с высококоразвитой транспортной отраслью авиаперевозок [12, 21].

Сделан вывод, что низкобюджетные компании будут продолжать увеличивать свою долю на рынке, при этом рост происходит от сегодняшних центров с вовлечением все большего числа новых местных центров с формированием дисперсной структуры аэропортов, конкурирующих друг с другом и предлагающих лучшие условия для пассажиров.

Существенно, что бизнес-модели низкобюджетных компаний как динамично развивающиеся системы оказывают влияние на бизнес-модели аэропортов, формируя их географическую структуру, размерные параметры и отличительные качественные и количественные показатели.

Для решения задач модернизации действующих и создания новых аэропортов, адаптированных к обслуживанию как сетевых, так и низкобюджетных компаний, необходимо выполнение анализа экономической эффективности аэропортов с учетом результатов прогнозирования развития бизнес-моделей авиаперевозок.

В [17] представлены данные по изучению эффективности немецких аэропортов при возрастающем трафике низкобюджетных компаний. С использованием подходов Моррисона [22] описан случай, когда сравнивают два аэропорта с двумя различными инвестиционными стратегиями, и показано, что несвоевременно сделанные инвестиции в расширение аэропорта приводят к экономическим потерям.

В [19] отмечено, что снижение сборов за посадку в аэропорту не полностью компенсируется за счет дополнительного трафика, принесенного LCC в США, что сделало актуальным вопрос об активизации поиска других источников извлечения дохода. В связи с этим были проанализированы не авиационные источники дохода аэропортов (рис. 5).

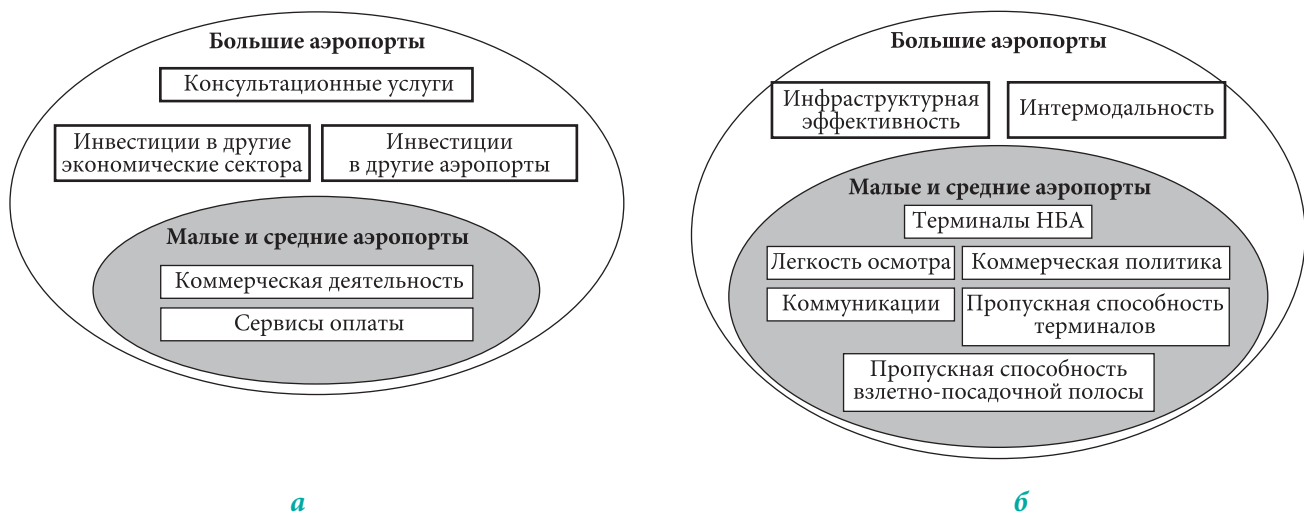


Рис. 4. Стратегия аэропортов: а – специализация аэропортов разных размеров; б – диверсификации аэропортов по размерам [9]



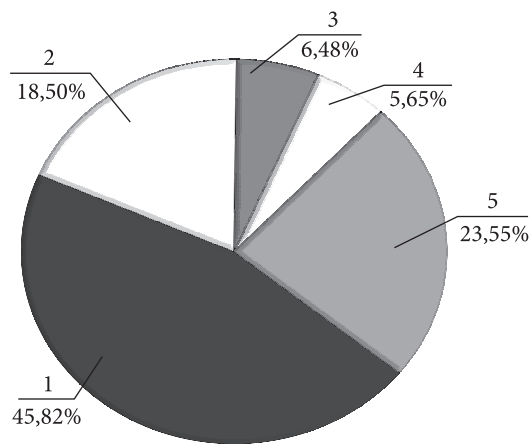


Рис. 5. Состав не авиационных операционных доходов в аэропортах США:

- 1 – парковка, 2 – терминал – еда и напитки,
- 3 – другие, 4 – терминал – розничные магазины,
- 5 – прокат автомобилей

Примером коммерчески успешного развития небольшого аэропорта в Восточной Европе является превращение литовского аэропорта *Каунас* в крупный хаб в 2010 г. крупнейшим европейским низкобюджетным авиаперевозчиком *Ryanair*. Благодаря созданию льготных условий базирования за достаточно короткий период пассажиропоток в аэропорту *Каунас* вырос с нескольких десятков тысяч до нескольких миллионов. Именно акцент на не авиационные доходы позволил аэропорту извлечь прибыль от деятельности самого агрессивного в мире низкобюджетного авиаперевозчика. В то время как уровень доходов непосредственно от авиационной деятельности и значительного по меркам Восточной Европы пассажиропотока, сгенерированного *Ryanair*, не приносил прибыли.

В российских же условиях не самого активного развития низкобюджетного сегмента принцип равнозначного «размена» пассажиропотока на возможность извлечения аэропортом не авиационных доходов от сгенерированного авиакомпанией пассажиропотока еще не получил какого-либо значительного развития. На протяжении нескольких лет отмечались попытки некоторых отечественных низкобюджетных авиаперевозчиков получить льготные условия базирования в обмен на значительный рост пассажиропотока, но практически все они не нашли должного понимания у компаний-операторов крупнейших авиагаваней. Так, в 2009–2011 гг. не увенчались успехом переговоры низкобюджетной *Авиановы* с аэропортами *Пулково* и *Краснодар*, хотя подобие виртуальной базы в обоих аэропортах было создано, но на короткий период и не на ожидае-

мых авиакомпанией условиях. Наиболее успешным было сотрудничество той же *Авиановы* и аэропорта *Шереметьево* в 2010–2011 гг. В обмен на перспективу получения не авиационных доходов за счет значительного роста пассажиропотока, составившего в результате до 25 % внутри российского трафика аэропорта, путем заключения *SLA* были созданы самые благоприятные и коммерчески интересные условия базирования флота авиакомпании из шести воздушных судов *Airbus A320*. Выделение и закрепление за авиакомпанией самоходных стоянок в непосредственной близости от *Терминала В*, дало возможность аэропорту гарантировать беспрецедентно для отечественной практики того времени минимальный оборот от 30 до 25 минут на транзите и 35 минут при полной заправке топливом и смене экипажа.

В настоящее время следует отметить значительные усилия единственного отечественного низкобюджетного авиаперевозчика *Победа* по внедрению передовых западных практик в отношениях с аэропортами по принципу получения значительных льгот и гарантий сокращения времени оборота воздушных судов в обмен на значительный рост пассажиропотока. Результатом таких усилий является обеспечение оборота до 25–30 минут 189-кресельных ВС *Boeing B737-800* большинством аэропортов сети перевозчика, что находится в рамках лучших мировых практик. В то же время назвать реально получаемый уровень не авиационных доходов отечественными аэропортами за счет увеличившегося пассажирского трафика пока не представляется возможным.

### Выводы

Фактором аэропорта обусловлены следующие аспекты эволюции бизнес-моделей низкобюджетных авиакомпаний:

1. Анализ рынка авиаперевозок показывает, что низкобюджетные компании будут продолжать увеличивать свою долю на глобальном рынке, при этом рост происходит от современных центров с вовлечением все большего числа новых местных центров с формированием дисперсной структуры аэропортов, конкурирующих друг с другом и предлагающих лучшие условия для пассажиров.

2. Систематизированы направления эволюции бизнес-моделей низкобюджетных авиакомпаний, связанные с фактором аэропорта.

3. Бизнес-модели низкобюджетных компаний как динамично развивающиеся системы оказывают влияние на бизнес-модели аэропортов, формируя



их географическую структуру, размерные параметры и отличительные качественные и количественные показатели.

4. Анализ влияния отечественного опыта реализации общемировой LCC-практики «размена» пассажиропотока на возможность извлечения аэропортом не авиационных операционных доходов от сгенерированного авиакомпанией пассажиропотока показывает, что данные практики еще не получили широкого распространения и в полной мере взяты на вооружение только единственным на сегодняшний день отечественным низкобюджетным авиаперевозчиком.

### Литература

1. Горбунов В.П. Системно-интегральная методология при исследовании принципов бизнес-моделирования низкобюджетных авиакомпаний // *Качество и Жизнь*. – 2018. – № 3. – С. 45–52.

2. Горбунов В.П. Принципы и методология бизнес-моделирования // *Качество и Жизнь*. – 2018. – № 2. – С. 28–35.

3. Горбунов В.П. Факторы и параметры структурной организации базовой (архетипической) модели низкобюджетных авиакомпаний // *Качество и Жизнь*. – 2018. – № 4. – С. 16–22.

4. Горбунов В.П. Дальне-магистральные перевозки – перспективная бизнес-модель низкобюджетных авиакомпаний // *Авиасоюз*. – 2016. – № 6. – С. 18–19.

5. Centre for Aviation (CAPA) and Innovata. 2013. – эл. ресурс <http://centreforaviation.com>.

6. The analysis to the dual mode operation of low-cost airlines & legacy Airlines - эл. ресурс [http://www.icao.int/Meetings/LCC-China-2014/Documents/2-06-%E6%B5%B7%E8%88%AA-%E4%BE%AF%E4%BC-%9F-HainanAirlines\\_EN.pdf](http://www.icao.int/Meetings/LCC-China-2014/Documents/2-06-%E6%B5%B7%E8%88%AA-%E4%BE%AF%E4%BC-%9F-HainanAirlines_EN.pdf).

7. Bentley, David: Low Cost Airport Terminals Report. Centre for Asia Pacific Aviation, Sydney, 2008.

8. Ribeiro de Almeida, C. (2011). Low cost airlines, airports and tourism. The case of Faro airport – эл. ресурс [http://www.academia.edu/Documents/in/Aeropuerto\\_De\\_Faro](http://www.academia.edu/Documents/in/Aeropuerto_De_Faro).

9. B. Badanik, I. Laplace, N. Lenoir, E. Malavolti, A. Tomova, A. Kazda, Future strategies for airports - эл. ресурс <http://leea.recherche.enac.fr/documents/LenoirFAST.pdf> 27th International Congress of the Aeronautical Sciences 19–24 September 2010, Nice, France.

10. De Neufville. Accommodating Low Cost Airlines at Main Airports, Transportation Research Board presentation, summarized in *International Airport Review*, 2006. – No. 1. – pp. 62–65.

11. De Neufville. Low-Cost Airports for Low-Cost Airlines: Flexible Design to Manage the Risks. *Transportation Planning and Technology*, February 2008. – Vol. 31 – No. 1. – pp. 35–68.

12. Response to discussion paper 04 on airport operational models. – эл. ресурс: [http://www.gatwickairport.com/globalassets/publicationfiles/business\\_and\\_community/all\\_public\\_publications/transforming\\_gatwick/gatwickairportltd\\_airport\\_operational\\_models\\_paper11\\_july13.pdf](http://www.gatwickairport.com/globalassets/publicationfiles/business_and_community/all_public_publications/transforming_gatwick/gatwickairportltd_airport_operational_models_paper11_july13.pdf).

13. Senanu Ashiabor, Wenbin Wei. Development challenges of secondary and small airports in California. June 2012. – эл. ресурс <http://transweb.sjsu.edu/project/2804.html>.

14. Witzenburg, M.C. van (Marnix). (2016, August 30). The impact of low cost carriers on passenger growth at hub airports in Europe. *Economics*. – эл. ресурс <http://hdl.handle.net/2105/34888>.

15. Macário, R., Viegas, J. M., Reis, V. Impact of Low cost Operation in the Development of Airports and Local Economies, presented at the 1st Workshop APDR – Impacto dos Aeroportos no Desenvolvimento Regional, 28 Nov 2008, Lisbon, Portugal.

16. Humphreys, I., Ison, S. and Francis, G., 2006. A review of the airport-low cost airline relationship. *The Review of Network Economics*. – 5 (4). – pp. 1–8.

17. Tolga Ülkü. Efficiency of German Airports and Influencing Factors. [http://userpage.fu-berlin.de/~jmueller/gaprojekt/downloads/released\\_dipl\\_theses/Tolga.pdf](http://userpage.fu-berlin.de/~jmueller/gaprojekt/downloads/released_dipl_theses/Tolga.pdf).

18. Bentley, David: Low Cost Airport Terminals Report. Sydney: Centre for Asia Pacific Aviation, 2008.

19. N. Volkova. Airport – LCC airline relationship and its implications on distribution of airport’s aeronautical and nonaeronautical revenue. - эл. ресурс [http://userpage.fuberlin.de/~jmueller/gaprojekt/downloads/WS\\_dec\\_10/Volkova.pdf](http://userpage.fuberlin.de/~jmueller/gaprojekt/downloads/WS_dec_10/Volkova.pdf).

20. R. Portz, T. de Vries. Which came first for low-cost carriers, the focus on business passengers or the expansion at primary airports? – эл. ресурс [http://aviationfacts.eu/uploads/thema/file\\_en/55a61c1c70726f713f010000/Which\\_Came\\_First\\_-\\_R.\\_Portz\\_\\_\\_T.\\_de\\_Vries.pdf](http://aviationfacts.eu/uploads/thema/file_en/55a61c1c70726f713f010000/Which_Came_First_-_R._Portz___T._de_Vries.pdf).

21. Discussion Paper 04: Airport Operational Model. – эл. ресурс [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/200238/discussion-paper-04.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/200238/discussion-paper-04.pdf)

22. Morrison W.G. (2009), Understanding the complexities and challenges of airport performance benchmarking, *Journal of Airport Management*. – Vol. 3. – Number 2. – 145-158. – 2009.

23. Горбунов В.П. Анализ перспектив развития низкобюджетных авиакомпаний в современных условиях российской авиатранспортной системы // *Качество и Жизнь*. – 2018. – № 1. – С. 60–65.

## Evolution of Low-Cost Airline Business Models – Airport Factor

V.P. Gorbunov, candidate of technical science, General Director of JSC Air Company «Yakutia»; Yakutsk

e-mail: vlad.gorbunov@bk.ru

**Summary.** Various aspects of the evolution of business models of low-cost airlines, due to the airport factor, are considered. The trends in the evolution of business models of low-cost airlines related to the airport factor are systematized. It is noted that business models of low-cost companies, as dynamically developing systems, influence business models of airports, shaping their geographical structure, dimensional parameters and distinctive qualitative and quantitative indicators.

**Keywords:** low-cost airlines, business modeling, system - integral methodology, airport factor.

### References:

1. Gorbunov V.P. System – integrated methodology in the study of the principles of business – modeling of low cost airlines. *Quality and Life. «Academy of quality problems»*. Moscow, 2018, No. 3. pp. 45–52.
2. Gorbunov V.P. The principals and methodology of business modeling. *Quality and Life. «Academy of quality problems»*. Moscow, 2018, No. 2. pp. 28–35.
3. Gorbunov V.P. Factors and parameters of the structural organization of the basic (archetypal) models of low-cost airlines. *Quality and Life. «Academy of quality problems»*. Moscow, 2018, No. 4. pp. 16–22.
4. Gorbunov V.P. Long-haul transportation is a promising business model for low-budget airlines. *Aviasoyuz. International aerospace magazine*. Moscow, 2016, No. 6. pp. 18–19.
5. Centre for aviation (CAPA) and Innovata. 2013. Available at: <http://centreforaviation.com>.
6. *The analysis to the dual mode operation of low-cost airlines & legacy Airlines*. Available at: [http://www.icao.int/Meetings/LCC-China-2014/Documents/2-06-%E6%B5%B7%E8%88%AA-%E4%BE%AF%E4%BC%9F-HainanAirlines\\_EN.pdf](http://www.icao.int/Meetings/LCC-China-2014/Documents/2-06-%E6%B5%B7%E8%88%AA-%E4%BE%AF%E4%BC%9F-HainanAirlines_EN.pdf).
7. Bentley David: low cost airport terminals report. Centre for Asia pacific aviation. Sydney, 2008.
8. Ribeiro de Almeida C. *Low cost airlines, airports and tourism. The case of Faro airport*. (2011) Available at: [http://www.academia.edu/Documents/in/Aeropuerto\\_De\\_Faro](http://www.academia.edu/Documents/in/Aeropuerto_De_Faro).
9. Badanik B., Laplace I., Lenoir N., Malavolti E., Tomova A., Kazda A. Future strategies for airports. Available at: <http://leea.recherche.enac.fr/documents/LenoirFAST.pdf>. 27th International Congress of the Aeronautical Sciences 19–24 September 2010, Nice, France.

10. De Neufville. «Accommodating Low Cost Airlines at Main Airports». *Transportation Research Board presentation, summarized in International Airport Review*. 2006, No. 1. pp. 62–65.

11. De Neufville. Low-Cost airports for low-cost airlines: flexible design to manage the risks. *Transportation planning and technology*. February 2008, volume 31, No. 1. pp. 35–68.

12. *Response to discussion paper 04 on airport operational models*. Available at: [http://www.gatwickairport.com/globalassets/publicationfiles/business\\_and\\_community/all\\_public\\_publications/transforming\\_gatwick/gatwickairportltd\\_airport\\_operational\\_models\\_paper11\\_july13.pdf](http://www.gatwickairport.com/globalassets/publicationfiles/business_and_community/all_public_publications/transforming_gatwick/gatwickairportltd_airport_operational_models_paper11_july13.pdf).

13. Senanu Ashiabor, Wenbin Wei. *Development challenges of secondary and small airports in California*. (2012). Available at: <http://transweb.sjsu.edu/project/2804.html>.

14. Witzenburg M.C. van (Marnix). (2016). *The impact of low cost carriers on passenger growth at hub airports in Europe. Economics*. Available at: <http://hdl.handle.net/2105/34888>.

15. Macário R., Viegas J. M., Reis V. Impact of low cost operation in the development of airports and local economies, presented at the 1st Workshop APDR - Impacto dos Aeroportos no Desenvolvimento Regional. Lisbon, Portugal, 28 Nov 2008.

16. Humphreys I., Ison S. and Francis G. A review of the airport-low cost airline relationship. *The Review of network economics*. 20065 (4), pp. 1–8.

17. Tolga Ülkü. *Efficiency of German Airports and Influencing Factors*. Available at: [http://userpage.fu-berlin.de/~jmueller/gaprojekt/downloads/released\\_dipl\\_theses/Tolga.pdf](http://userpage.fu-berlin.de/~jmueller/gaprojekt/downloads/released_dipl_theses/Tolga.pdf).

18. Bentley David: low cost airport terminals report. Centre for Asia pacific aviation. Sydney, 2008

19. Volkova N. *Airport – LCC airline relationship and its implications on distribution of airport's aeronautical and nonaeronautical revenue*. Available at: [http://userpage.fuberlin.de/~jmueller/gaprojekt/downloads/WS\\_dec\\_10/Volkova.pdf](http://userpage.fuberlin.de/~jmueller/gaprojekt/downloads/WS_dec_10/Volkova.pdf).

20. Portz R., T. de Vries. *Which came first for low-cost carriers, the focus on business passengers or the expansion at primary airports?* Available at: [http://aviationfacts.eu/uploads/thema/file\\_en/55a61c1c70726f713f010000/Which\\_Came\\_First\\_-\\_R\\_Portz\\_\\_T\\_de\\_Vries.pdf](http://aviationfacts.eu/uploads/thema/file_en/55a61c1c70726f713f010000/Which_Came_First_-_R_Portz__T_de_Vries.pdf).

21. *Discussion Paper 04: Airport operational model*. Available at: [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/200238/discussion-paper-04.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/200238/discussion-paper-04.pdf).

22. Morrison, W.G. Understanding the complexities and challenges of airport performance benchmarking. *Journal of airport management*. 2009, volume 3, number 2. pp. 145–158.

23. Gorbunov V.P. Analytics of the prospects for the development of Low-budget Airlines in the current conditions of the Russian Air Transport Systems. *Quality and Life. «Academy of quality problems»*. Moscow, 2018, No. 1. pp. 60–65.



# Рациональный способ решения канонических уравнений метода сил



**В.Е. Кичеев**

к.т.н., доцент  
Московского  
авиационного  
института (НИУ);  
Москва

e-mail:  
t.oskb@yandex.ru

**Аннотация.** Рассматривается задача решения систем линейных алгебраических уравнений частного вида. С использованием геометрического подхода разработан способ решения, отличающийся малым объемом вычислений. Представлены примеры, иллюстрирующие возможности предлагаемого способа.

**Ключевые слова:** статическая неопределимость, система линейных алгебраических уравнений, численные методы.

Данная статья является продолжением и развитием работ [1–4].

Ставится задача решения систем линейных алгебраических уравнений (в дальнейшем СЛАУ) частного вида

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i \quad (i = 1, 2, \dots, n). \quad (1)$$

Имеет смысл переход к масштабированной СЛАУ, которая имеет следующий вид:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}^* x_j = b_i^* \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (2)$$

где

$$a_{ij}^* = k_i a_{ij}; \quad (3)$$

$$b_i^* = k_i b_i. \quad (4)$$

Масштабирующие множители  $k_i$  вычисляются по методике, изложенной в [3].

Для решения поставленной задачи предлагается использовать геометрический подход вместе с методом последовательных приближений. Это позволяет разрабатывать различные варианты решения СЛАУ. Предлагается вариант, в котором, в отличие от [3] и [4], не используются векторы  $\lambda$ . Ниже изложен порядок вычислений одного приближения.

Пусть имеем очередное приближение с порядковым номером  $k$ .

$$x_j = x_j^{(k)}. \quad (5)$$

Ставится задача нахождения последующего приближения. Эту задачу разбиваем на три раздела.

## РАЗДЕЛ 1. Формирование вспомогательной СЛАУ

Аналогично [3] выполняем перенос начала координат и делаем замену переменных

$$x_j = x_j^{(k)} + y_{jk}. \quad (6)$$

Здесь  $y_{jk}$  – новые переменные. Индекс  $k$  является идентификатором переменных, совпадающим с номером приближения.

Подставим (6) в (2), получим следующую вспомогательную СЛАУ:

$$\sum_{j=1}^n a_{ij}^* y_{jk} = B_{ik} \quad (i = 1, 2, \dots, n), \quad (7)$$

где

$$B_{ik} = b_i^* - \sum_{j=1}^n a_{ij}^* x_j^{(k)}. \quad (8)$$

## РАЗДЕЛ 2. Вычисление первого приближения для вспомогательной СЛАУ

Эту задачу разбиваем на следующие этапы:

### ЭТАП 1. Переформатирование вспомогательной СЛАУ

Поменяем порядок расположения уравнений. Выбираем первое уравнение с максимальным по модулю свободным членом. Далее располагаем уравнения в порядке убывания модулей свободных членов. В случае одинаковых модулей порядок их расположения сохраняется.

Обозначим через (S) новые порядковые номера уравнений. Переформатированная вспомогательная СЛАУ имеет следующий вид:

$$\sum_{j=1}^n a_{sj}^* y_{jk} = B_{sk} \quad (s = 1, 2, \dots, n). \quad (9)$$

### ЭТАП 2. Формирование блоков уравнений

С целью уменьшения объема вычислений на каждом шаге, задачу нахождения очередного при-

ближения решаем с использованием только части уравнений.

Рассматриваем случай, когда число уравнений не менее двенадцати. Из первых двенадцати уравнений СЛАУ (9) формируем три блока.

Первый блок  $S: = 1, 4, 7, 10$ .

Второй блок  $S: = 2, 5, 8, 11$ .

Третий блок  $S: = 3, 6, 9, 12$ .

С учетом (9) эти три блока запишем в компактной форме:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{mj}^* y_{jk} &= B_{mk} \\ \sum_{j=1}^n a_{(m+3)j}^* y_{jk} &= B_{(m+3)k} \\ \sum_{j=1}^n a_{(m+6)j}^* y_{jk} &= B_{(m+6)k} \\ \sum_{j=1}^n a_{(m+9)j}^* y_{jk} &= B_{(m+9)k} \end{aligned} \quad (m=1, 2, 3). \quad (10)$$

Здесь  $m$  – номер уравнения из СЛАУ (9), совпадающий с номером блока.

### ЭТАП 3. Разрешающие уравнения блоков

Путем элементарных преобразований блока (10) получим уравнение, которое позволяет находить решение блока. Это уравнение будем называть разрешающим.

Выполним преобразование блока (10). Второе уравнение умножаем на свободный член первого, затем вычитаем из него первое, предварительно умноженное на свободный член второго. Аналогичным образом поступаем с третьим и четвертым уравнением. В результате получаем следующий преобразованный блок:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{mj}^* y_{jk} &= B_{mk} \\ \sum_{j=1}^n a_{mjk}^{(1)} y_{jk} &= 0 \\ \sum_{j=1}^n a_{mjk}^{(2)} y_{jk} &= 0 \\ \sum_{j=1}^n a_{mjk}^{(3)} y_{jk} &= 0, \end{aligned} \quad (m = 1, 2, 3) \quad (11)$$

где

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n a_{mjk}^{(1)} &= a_{(m+3)j}^* B_{mk} - a_{mj}^* B_{(m+3)k} \\ \sum_{j=1}^n a_{mjk}^{(2)} &= a_{(m+6)j}^* B_{mk} - a_{mj}^* B_{(m+6)k} \\ \sum_{j=1}^n a_{mjk}^{(3)} &= a_{(m+9)j}^* B_{mk} - a_{mj}^* B_{(m+9)k}. \end{aligned} \quad (12)$$

Здесь индекс  $m$  в обозначениях коэффициентов первого неоднородного уравнения – это порядко-

вый номер уравнения из (9). Индекс  $m$  в обозначениях коэффициентов однородных уравнений – это порядковый номер блока уравнений.

В блоке (11) в обозначениях коэффициентов однородных уравнений верхний индекс – это номер однородного уравнения. Для каждого блока (11) находим разрешающее уравнение аналогично [4, этап 5]. Эти уравнения представим в следующем общем виде:

$$\sum_{j=1}^n A_{mjk} y_{jk} = B_{mk} \quad (m = 1, 2, 3). \quad (13)$$

### ЭТАП 4. Разрешающее уравнение итогового блока

Из [3, этап 3], заимствуем следующее уравнение:

$$\sum_{j=1}^n A_{j(k-1)} y_{jk} = 0. \quad (14)$$

Из уравнений (13) и (14) составляем следующий итоговый блок:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n A_{1jk} y_{jk} &= B_{1k} \\ \sum_{j=1}^n A_{2jk} y_{jk} &= B_{2k} \\ \sum_{j=1}^n A_{3jk} y_{jk} &= B_{3k} \\ \sum_{j=1}^n A_{j(k-1)} y_{jk} &= 0. \end{aligned} \quad (15)$$

Второе и третье уравнения этого блока преобразуем в однородные аналогично предыдущему этапу. Выполнив дальнейшие вычисления аналогично предыдущему этапу, получим разрешающее уравнение итогового блока, которое представим в следующем виде:

$$\sum_{j=1}^n A_{jk} y_{jk} = B_{1k}. \quad (16)$$

### ЭТАП 5. Первое приближение для вспомогательной СЛАУ

Выполним подъем по гиперплоскости (16) в направлении градиента. Аналогично [3, (7)–(11)] получаем решение итогового блока, которое принимаем за первое приближение для вспомогательной СЛАУ. Таким образом, имеем:

$$y_{jk}^{(1)} = A_{jk} \frac{B_{1k}}{C_k}, \quad (17)$$

где



$$C_k = \sum_{j=1}^n A_{jk}^2. \quad (18)$$

### РАЗДЕЛ 3. Последующие приближения для исходной СЛАУ

Учитывая перенос начала координат (6), очередное приближение для исходной СЛАУ (1) определяем по формуле

$$x_j^{(k+1)} = x_j^{(k)} + y_{jk}^{(1)}. \quad (19)$$

Предлагаемый способ ориентирован на решение СЛАУ большой размерности. При небольшой размерности можно применять модификации с меньшим числом используемых уравнений.

Предлагается использовать следующие модификации:

#### **ПЕРВАЯ МОДИФИКАЦИЯ**

*Случай использования шести уравнений.*

Из первых шести уравнений СЛАУ (9) формируем два блока.

Первый блок:  $S = 1, 3, 5$ .

Второй блок:  $S = 2, 4, 6$ .

Для каждого блока вычисляем разрешающее уравнение аналогично этапу 3 базового варианта, в котором используются двенадцать уравнений. Затем формируем итоговый блок из двух разрешающих уравнений блоков и уравнения (14). Дальнейшие вычисления аналогичны базовому варианту.

#### **ВТОРАЯ МОДИФИКАЦИЯ**

*Случай использования восьми уравнений.*

Из первых восьми уравнений из (9) формируем два блока.

Первый блок:  $S = 1, 3, 5, 7$ .

Второй блок:  $S = 2, 4, 6, 8$ .

Дальнейшие вычисления аналогичны первой модификации.

#### **ТРЕТЬЯ МОДИФИКАЦИЯ**

*Случай использования девяти уравнений.*

Из первых девяти уравнений из (9) формируем три блока.

Первый блок:  $S = 1, 4, 7$ .

Второй блок:  $S = 2, 5, 8$ .

Третий блок:  $S = 3, 6, 9$ .

Дальнейшие вычисления аналогичны базовому варианту.

#### **ЧЕТВЕРТАЯ МОДИФИКАЦИЯ**

*Случай использования десяти уравнений.*

Предлагается следующая последовательность вычисления очередного приближения.

Формируем первый блок из четырех уравнений СЛАУ (9). Состав первого блока следующий:

$S = 1, 2, 3, 4$ .

Вычисляем разрешающее уравнение аналогично этапу 3 базового варианта.

Формируем второй блок из разрешающего уравнения первого блока и следующих трех уравнений из (9):

$S = 5, 6, 7$ .

Аналогичным образом вычисляем разрешающее уравнение второго блока.

Формируем третий блок из разрешающего уравнения второго блока и следующих трех уравнений из (9):

$S = 8, 9, 10$ .

Аналогичным образом вычисляем разрешающее уравнение третьего блока.

Формируем итоговый блок из трех разрешающих уравнений блоков и уравнения (14). Дальнейшие вычисления аналогичны базовому варианту.

#### **ПРИМЕР 1.**

Для оценки эффективности предлагаемого способа рассмотрим пример, взятый из [5] стр. 126.

Дана система  $Ax = b$ ,

где

$$A = \begin{vmatrix} 2 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 2 \end{vmatrix}, \quad b = \begin{vmatrix} 1 \\ 2 \\ -2 \end{vmatrix}. \quad (20)$$

Выполняем переформатирование. Получаем систему:

$$A^*x = b^*,$$

где

$$A^* = \begin{vmatrix} 0 & 1 & -1 \\ 1 & -1 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{vmatrix}, \quad b^* = \begin{vmatrix} 2 \\ -2 \\ 1 \end{vmatrix}. \quad (21)$$

Преобразуем второе и третье уравнение в однородные. Ко второму уравнению прибавим первое. Третье уравнение умножим на два и вычтем из него первое. В результате получим следующую преобразованную систему:

$$A^{**}x = b^{**},$$

где

$$A^{**} = \begin{vmatrix} 0 & 1 & -1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 4 & -1 & 3 \end{vmatrix}, \quad b^{**} = \begin{vmatrix} 2 \\ 0 \\ 0 \end{vmatrix}. \quad (22)$$



Из уравнений (22) формируем разрешающее уравнение. К первому уравнению прибавляем второе, предварительно умноженное на неопределенный пока множитель  $\xi_1$ . Затем прибавляем третье, умноженное на  $\xi_2$ . В результате получаем:

$$(\xi_1 + 4\xi_2)x_1 + (1 - \xi_2)x_2 + (-1 + \xi_1 + 3\xi_2)x_3 = 2. \quad (23)$$

Коэффициенты  $\xi_1, \xi_2$  вычисляем аналогично [3, этап 4]. Необходимые условия экстремума целевой функции имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} 2\xi_1 + 7\xi_2 - 1 &= 0 \\ 7\xi_1 + 26\xi_2 - 4 &= 0. \end{aligned} \quad (24)$$

Решив эту систему уравнений по формулам Крамера, имеем:

$$\xi_1 = -2/3, \xi_2 = 1/3. \quad (25)$$

Подставим (25) в (23), после простых преобразований получаем разрешающее уравнение:

$$x_1 + x_2 - x_3 = 3 \quad (26)$$

Выполняем подъем по гиперплоскости (26) в направлении градиента. Аналогично [3, (7)–(11)], получаем решение систем уравнений (20), (21).

$$x_1 = x_2 = 1, x_3 = -1. \quad (27)$$

**ПРИМЕР 2.**

С целью иллюстрации возможностей предлагаемого способа решения СЛАУ рассмотрен следующий пример:

$$\begin{aligned} 5x_1 + 7x_2 + 6x_3 + 5x_4 &= 1 \\ 7x_1 + 10x_2 + 8x_3 + 7x_4 &= 2 \\ 6x_1 + 8x_2 + 10x_3 + 9x_4 &= 1 \\ 5x_1 + 7x_2 + 9x_3 + 10x_4 &= 3 \end{aligned} \quad (28)$$

Эта система уравнений с плохой обусловленностью взята из [6]. Для усложнения задачи выбраны другие свободные члены.

Выполняем переформатирование.

$$\begin{aligned} 5x_1 + 7x_2 + 9x_3 + 10x_4 &= 3 \\ 7x_1 + 10x_2 + 8x_3 + 7x_4 &= 2 \\ 5x_1 + 7x_2 + 6x_3 + 5x_4 &= 1 \\ 6x_1 + 8x_2 + 10x_3 + 9x_4 &= 1. \end{aligned} \quad (29)$$

Все уравнения, кроме первого, преобразуем в однородные.

Второе уравнение умножим на три и вычтем из него первое, умноженное на два.

Третье уравнение умножим на три и вычтем из него первое.

Четвертое уравнение преобразуем аналогичным образом. В результате получаем следующую преобразованную систему уравнений:

$$\begin{aligned} 5x_1 + 7x_2 + 9x_3 + 10x_4 &= 3 \\ 11x_1 + 16x_2 + 6x_3 + x_4 &= 0 \\ 10x_1 + 14x_2 + 9x_3 + 5x_4 &= 0 \\ 13x_1 + 17x_2 + 21x_3 + 17x_4 &= 0 \end{aligned} \quad (30)$$

Из уравнений (30) формируем разрешающее уравнение аналогично предыдущему примеру.

Коэффициенты  $\xi_1, \xi_2, \xi_3$  вычисляем аналогично [4, этап 5]. Необходимые условия экстремума целевой функции имеют следующий вид:

$$\begin{aligned} 414\xi_1 + 393\xi_2 + 558\xi_3 + 231 &= 0 \\ 393\xi_1 + 402\xi_2 + 642\xi_3 + 279 &= 0 \\ 558\xi_1 + 642\xi_2 + 1188\xi_3 + 543 &= 0 \end{aligned} \quad (31)$$

Решив эту систему уравнений по формулам Крамера, имеем:

$$\begin{pmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \\ \xi_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4050 \\ -6642 \\ 1539 \end{pmatrix} : 324. \quad (32)$$

Умножим каждое однородное уравнение из (30) на соответствующий коэффициент из (32). Сложим эти преобразованные однородные уравнения и прибавим первое неоднородное уравнение. После простых преобразований имеем следующее разрешающее уравнение.

$$-x_1 + x_2 - x_3 + x_4 = 4. \quad (33)$$

Выполняем подъем по гиперплоскости (33) в направлении градиента. Аналогично [3, (7)–(11)], получаем решение систем уравнений (28), (30).

$$\begin{aligned} x_1 = x_3 &= -1; \\ x_2 = x_4 &= 1. \end{aligned} \quad (34)$$

Предлагаемый способ решения СЛАУ может быть использован при решении иных технических задач, которые сводятся к решению систем линейных алгебраических уравнений общего вида. Канонические уравнения метода сил представляют собой СЛАУ частного вида, когда коэффициенты системы уравнений обладают свойством симме-



трии относительно главной диагонали. В общем случае, когда отсутствует симметрия коэффициентов, нет препятствий для использования предлагаемого способа.

Предлагаемый способ можно считать универсальным, так как на СЛАУ не накладываются никакие ограничения. Однако в случае ленточной матрицы коэффициентов лучше использовать способ, изложенный в [3]. При этом, для улучшения сходимости, следует применять масштабирование по методике, изложенной в [3].

Предлагаемый способ можно считать рациональным, так как число арифметических действий при вычислении разрешающих уравнений блоков линейно зависит от размерности СЛАУ. В то же время при использовании способов, изложенных в [3] и [4], число арифметических действий при вычислении разрешающего уравнения зависит от квадрата размерности.

В заключение следует отметить, что остается открытым вопрос выбора способа формирования блоков уравнений, а также вопрос выбора числа блоков и числа уравнений в каждом блоке.

## Литература

1. Кичеев В.Е. Проектирование сжатых стержней силовых авиационных конструкций с использованием критерия подобия //Электронный журнал «Труды МАИ», вып. 14. – <http://www.mai.ru> (26.12.2003).
2. Кичеев В.Е. Выбор удачного начального приближения при решении канонических уравнений метода сил. //Электронный журнал «Труды МАИ», вып. 28. – <http://www.mai.ru> (2007 г.).
3. Кичеев В.Е. Геометрический подход к задаче решения канонических уравнений метода сил // Качество и жизнь. – 2018. – № 4(20). – Приложение. – С. 417–420.
4. Кичеев В.Е. Эффективный способ решения канонических уравнений метода сил // Качество и жизнь. – 2019. – № 1(21). – С. 19–23.

5. Вержбицкий В.М. Численные методы. – М.: ОНИКС 21 век, 2005.
6. Филин А.П. Матрицы в статике стержневых систем. – Л.: Госстройиздат, 1996.
7. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченова Н.В. Вычислительные методы. – М.: ИД МЭИ, 2008.

## A Rational Way to Solve Canonical Equations of the Force Method

V.E. Kicheev, candidate of technical sciences, associate professor of Moscow aviation Institute (national research university); Moscow

e-mail: m.oskb@yandex.ru

**Summary.** The problem of solving systems of linear algebraic equations of a particular type is considered. Using the geometric approach, a solution method has been developed that is distinguished by a small amount of computation. Presents examples illustrating the capabilities of the proposed method

**Keywords:** static indefinability, system of linear algebraic equations, numerical methods.

### References:

1. Kicheev V.E. Design of compressed rods of power aircraft using the similarity criterion. Electronic journal «Trudy MAI», volume 14. Available at: <http://www.mai.ru> (accessed 26 of December 2003).
2. Kicheev V.E. The choice of a good initial approximation when solving the canonical equations of the force method. Electronic journal «Trudy MAI», volume 28. Available at: <http://www.mai.ru> (accessed 2007).
3. Kicheev V.E. A Geometric approach to the problem of solving the canonical equations of the force method. *Quality and life*. 2018, No. 4 (20). pp. 417–420.
4. Kicheev V.E. An effective solution to the canonical equations of the force method. *Quality and life*. 2019, No. 1(21). pp. 19–23.
5. Verzhbitsky V.M. Numerical methods. *ONYX 21 century*. Moscow, 2005.
6. Filin A.P. Matrices in the statics of rod systems. *State Construction*. Leningrad, 1996.
7. Amosov A.A., Dubinsky Yu.A., Kopchenova N.V. Computational methods. *Moscow energetic university publishing house*. Moscow, 2008.

# Математическое моделирование в задачах управления качеством технических и эксплуатационных характеристик транспортных объектов

**Д.М. Мутушев**

*к.ф.-м.н., старший преподаватель кафедры  
«Математический анализ» ИПСС  
Российского университета транспорта  
(МИИТ); Москва*

*e-mail: dmmmm1@yandex.ru*

**Аннотация.** Рассматриваются вопросы прогнозирования и управления процессами гармонизации экономических, а также технических и эксплуатационных показателей объектов транспорта на основе исследования и адаптации к заявленной проблеме рядов динамики, применения к дискретным волновым функциям преобразования Фурье и др. Обосновываются методические подходы к разработке алгоритмов и принятию оптимальных управленческих решений в отношении объектов транспорта.

**Ключевые слова:** транспортные объекты, динамические ряды, управление качеством.

С древних эпох и до настоящего времени человечество стремится заглянуть в свое будущее (сделать прогноз) и как-то повлиять на него (осуществить управление). Синергетика и гармонизация этих процессов сегодня имеют фундаментальное значение в условиях современной информационной (цифровой) революции индустрии. Цифровые решения обретают особую значимость в инженерном менеджменте, в том числе в транспортной индустрии, как на этапе проектирования, строительства объектов инфраструктуры, так и при их последующей эксплуатации и обеспечении жизненного цикла.

Службы железных дорог, планируя работы по ремонту путей, обновлению парка подвижного состава и др., должны учитывать сезонные, недельные, суточные колебания пассажиропотоков, что в конечном итоге обеспечивает транспортную доступность, мобильность и качество жизни. Та же ситуация имеет место при разработке графика выпуска на линию поездов метрополитена.

Перед руководством отрасли стоит еще более сложная задача: обоснование предложений и по-

следующая реализация крупных транспортно-логистических объектов инфраструктуры, строительства новых линий железных дорог, метрополитена, аэропортов, морских и речных терминалов и др. Цена системных рисков и ошибок здесь чрезвычайно высока, учитывая масштабный фактор и процессы обеспечения жизненного цикла таких больших систем.

Все подобные решения опираются на статистику. Имея данные о значениях неких величин в прошлом, строят прогнозы на будущее. Способы такого прогнозирования, как и параметры, исследуемые при этом, относятся к специфике каждого исследуемого процесса. Однако есть и определенные общие принципы, соответствующая теория [1], математический аппарат, общепринятые аналитические показатели качества.

С учетом устойчивого курса на внедрение в транспортной отрасли цифровых технологий, в этой, как и в другой нашей работе [2], рассматривается задача, построения оптимального обеспечения средств информатизации и систем автоматизированного управления. В частности, обосновывается целесообразность построения и реализации инструментария прогнозирования и управления экономическими, техническими и эксплуатационными характеристиками транспортных объектов с помощью аппарата рядов динамики, применив к ним средства математического анализа и геометрии.

Как известно, моментные ряды динамики [3] отображают состояние исследуемых процессов в определенных точках на оси времени. Такие процессы изображают в виде линейных графиков.

Интервальные ряды динамики отображают итоги развития или функционирования исследуемых процессов за отдельные периоды времени. Если расставить на оси времени метки, соответствующие моментам завершения фиксируемых интервалов, то значения рассматриваемого показателя в эти моменты составят такой же график, что и в случае моментных рядов.

Полезно более подробно рассмотреть понятия «точка» и «интервал»:





- точка – это время, в которое заканчивается интервал;
- интервалом называется промежуток между двумя точками.

Таким образом, оба понятия явно или неявно используются и в моментных, и в интервальных рядах. После того, как данные собраны, интервал ряда может быть увеличен, если того потребуют исследовательские процедуры. При этом из моментного ряда просто исключаются промежуточные точки, попавшие внутрь расширенного интервала. В случае интервального ряда показания меньших интервалов, составивших увеличенные, должны быть сложены. Но, повторим, новые данные останутся такими же точками на графике. Так, например, имея почасовой график числа пассажиров, входящих на станцию метро, можно сжать его в дневной, недельный и т.д.

Необходимо иметь в виду, что многие процессы, порождающие ряды динамики, имеют определенную цикличность. На транспорте бывают часы пик, в ночные часы поезда метро не ходят, по выходным дням меньше едущих на работу, летом на курорты летает гораздо больше людей, чем зимой и т.д. Следовательно, целесообразно составлять динамический ряд только из данных, собранных в одинаковых условиях. Примеры:

- температура воздуха в 12.00 1-го марта по годам на одном и том же пикете перегона метрополитена;
- число людей, вошедших на некоторую конечную станцию метро с 8.00 до 10.00 утра по будням.

Отсюда вытекает следующее:

1) значение каждого элемента в ряду есть итог многих однотипных независимых мини-процессов, каждый из которых носит случайный характер (назовем их – вкладывающие процессы). Количество таких процессов велико настолько, что влияние любого из них в отдельности на общий итог пренебрежимо мало;

2) воздействующие макро-процессы отсутствуют или редки;

3) при наличии макро-процессов объектом их воздействия является не исследуемый показатель, а вкладывающие процессы. Срок воздействия того же порядка, что и весь срок исследования;

4) значение последующих элементов в ряду складывается независимо от значения предыдущих, как итог новых, происшедших к соответствующему моменту времени мини-процессов.

Так, ежедневная поездка пассажира на том или ином виде транспорта – это вкладывающие мини-процессы. Открытие новой станции метро – это макро-процесс.

Рассмотрим цепочку этапов, из которых складывается создание нового участка метрополитена (табл. 1):

Как видим, никакой из этапов не носит регулярного повторяющегося характера, чтобы быть измеримой величиной. Не может быть определена и периодичность. Процессы, позволяющие фиксировать итоги за период, происходят ближе к этапу ввода в эксплуатацию (табл. 2).

Таблица 1.

Субъект	Процесс	Срок	Результат
Регион	социологические и экономические исследования	месяцы	принятие решения о строительстве линии метро
Трест (институт), выполняющий инженерно-строительные изыскания	инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания	месяцы, год	выдача предложений по трассе планируемой линии метро
Проектный институт	разработка проекта и представление его на государственную экспертизу	годы	соответствие проекта требованиям технического задания заказчика, нормативным документам
Региональный орган государственной экспертизы	рассмотрение проекта, выдача замечаний	недели	утверждение проекта после устранения замечаний
Строительно-монтажная организация	выполнение строительно-монтажных работ согласно проекту	годы	создание запланированной линии метро
Заказчик	приемка выполненных работ	недели	решение государственной комиссии о вводе построенной линии метро в эксплуатацию.

Таблица 2.

Субъект	Показатель	Интервал	Процесс
Строительно-монтажная организация	построенный путь (км), открытые станции (шт.)	поквартально	новое строительство (макро)
Транспортная компания	единицы подвижного состава (новые минус списанные) (шт.)	поквартально	эксплуатация (мини)
Транспортная компания	выполненные рейсы (км)	месяц, неделя	эксплуатация (мини)
Пассажир	Поездка в метро	минуты	разовая поездка (мини)

Транспорт – это область, где суммарные действия большого числа независимых субъектов играют большую роль. Как правило, в больших агломерациях маршруты дублируются несколькими видами транспорта, загрузка которых варьируется в зависимости от потребностей пользователя. Потребности эти также находятся под влиянием конкретных целей и условий каждого пользователя (пассажира). Так, возможны перетоки пассажиропотоков между автобусами и электропоездами пригородного сообщения, метро и наземным транспортом в зонах узловых пересадок, между маршрутами троллейбусов и трамваев и т.п.

В качестве макро-процессов могут выступать строительство новых районов, открытие новых станций, перемещение крупных предприятий, изменение тарифов на проезд. Вкладываемый мини-процесс здесь – планирование маршрута каждым отдельным индивидуумом.

Прогнозирование здесь важно, начиная от определения единиц метро и автобусов на маршруте в часы пик, а также для транспортных компаний при закупке новых единиц подвижного состава, а в конечном итоге – региональным властям при проведении градостроительной политики: проектировании дорог, создании ТПУ, выдачи лицензий перевозчикам.

Горизонт прогнозирования также зависит от глубины исследования [4] и ширины используемых интервалов. Расписание электричек на год вперед можно составить, исследуя среднее количество пассажиров в соответствующие часы дня за последние 2–3 месяца в сравнении с аналогичными данными за 5 лет. Выбор между строительством еще одной станции метро и прокладкой шоссе можно сделать, анализируя недельный транзит через конечную станцию за несколько лет при условии относительно стабильной плотности населения в радиусе строительства. В быстрорастущем районе прогнозирование будет невозможно из-за недостатка сравнимых наблюдений.

Традиционные способы прогнозирования в той или иной степени основываются на методах экстраполяции имеющихся данных. Некоторые моде-

ли делят данные на устаревшие и свежие [1]. Но все эти методы используют исключительно алгебраические формулы, строят полиномиальные, экспоненциальные и иные приближения, подстраивая для оптимизации лишь отдельные параметры.

Безусловно, такой подход полностью согласуется с общепринятым принципом, когда главной задачей является нахождение глобальной зависимости процесса от имеющихся условий. На практике же, особенно учитывая особенности предметной области, такая зависимость существует далеко не всегда. Более того, слишком широкие обобщения могут навредить делу, если необходимо принимать решения по принципу «здесь и сейчас».

График динамического ряда неизбежно содержит или тренд, или циклические колебания, или случайные выбросы, или все вместе. Складываясь, эти элементы создают отдельные локальные участки, развивающиеся по своему собственному закону. Также неизбежно одни участки заканчиваются, переходя в другие, имеющие свойства, отличные от предыдущих. Общая картина представляет из себя множество геометрических фигур, которые могут анализироваться в целях идентификации характерных паттернов (шаблонов) и вычисления их ключевых параметров.

Структурируем ряд методических рекомендаций, основанных на количественных показателях, вычисляемых с использованием данных исследуемого динамического ряда, что позволит определить:

- 1) ближайшее направление изменений значений элементов ряда;
- 2) силу ожидаемого изменения; продолжительность (срок) сохранения ожидаемого направления;
- 3) период релевантности сделанного прогноза.

В рамках данной работы понятия «период», «срок» и т.д., хотя и сохраняют смысл единиц времени, измеряются исключительно в числе интервалов, в которых собираются показания значений ряда.

Самый распространенный вид динамических рядов носит название «случайное блуждание» [5]. Это означает, что каждый последующий элемент



ряда отличается от предыдущего на некоторую непредсказуемую случайную величину.

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t$$

при  $\text{Sum}(\varepsilon_t) \rightarrow 0$ , когда  $t = 1..n, n \rightarrow \infty$

$$\text{Cov}(\varepsilon_s, \varepsilon_t) = 0, s \neq t$$

видно, что это частный случай модели ряда с авторегрессией вида  $X_t = b_0 + b_1 X_{t-1} + \varepsilon_t$

при  $b_0 = 0$  и  $b_1 = 1$ , что делает невозможным построение регрессии, т.к. уровень притяжения (*mean-reverting level*) не определен  $b_0 / (b_1 - 1) = 0 / 0$ .

Существенным требованием, для того чтобы считать значения ряда случайными, является равенство нулю математического ожидания отклонения между соседними элементами  $\mu(\varepsilon_t) = 0$ . Это соблюдается тем точнее, чем длиннее история наблюдений. Однако практически всегда находятся отдельные локальные участки ряда, на которых это не так, и  $\text{Sum}(\varepsilon_t) \neq 0$ , когда  $t = t_1..t_2$ .

Эти участки представляют интерес в настоящем исследовании в силу того, что для любой предметной области отклонение текущей ситуации от стабильной является основанием для принятия немедленных управленческих решений. В дальнейшем такие локальные участки будем называть «движениями».

Фактически, весь динамический ряд состоит из движений. Более того, движение отсутствует на некотором участке  $t_1..t_2$  тогда и только тогда, когда  $X_{t_1} = X_{t_1+1} = \dots = X_{t_2}$  или, иными словами  $\varepsilon_{t_1} = \varepsilon_{t_1+1} = \dots = \varepsilon_{t_2} = 0$ .

В противном случае, даже для двух соседних элементов  $X_t$  и  $X_{t+1}$ , если  $\varepsilon_{t+1} \neq 0$ , то можно сказать, что значение «сдвинулось».

Понятно, что весь динамический ряд разделен на сменяющие друг друга движения в ту и другую стороны. При этом имеются точки, представляющие, по аналогии с графиками функций, локальные экстремумы на графиках динамических рядов.

Отметим следующие свойства таких локальных экстремумов:

- чередование локальных минимумов с максимумами;
- расстояние между экстремумами по оси времени может быть любым;
- расстояние между экстремумами по оси значений также может быть любым.

Когда в ходе исследования найдены точки локальных экстремумов на графике динамического ряда, может оказаться, что для некоторых подряд идущих одноименных экстремумов выполняются условия  $X_{t_1} < X_{t_2} < X_{t_3} < \dots < X_{t_k}$  если все они минимумы или  $X_{t_1} > X_{t_2} > \dots$ , если максимумы. Подоб-

ная последовательность носит название «тренд». В первом случае тренд растущий, во втором – падающий.

По точкам экстремумов, образующих тренд, можно построить линейную зависимость. Угловой коэффициент этой линии будет определять «силу» тренда.

Чтобы систематизировать статистический материал для изучения и прогнозирования, необходимо уметь разделять последовательные движения. Но какой силы должно быть движение, чтобы выделять его в качестве такового? Самый простой случай, сигнализирующий управляющему о возможном изменении в наблюдаемом процессе, может быть изображен в виде комбинации движений.

Приведенная иллюстрация может относиться, например, к числу пассажиров, пересеживающихся из электрички в метро на одной из периферийных станций крупного города. Предположим, что на некотором пригородном направлении есть автобусные маршруты, пересадка с которых в метро не совпадает со станцией пересадки с поездов. В таком случае входящие потоки разделены, и их динамика определяется только удобством маршрута для каждого пассажира. Пусть в некоторый момент произведены реконструкция пригородных платформ и замена поездов на более комфортные. Важно при этом, что расписание и тариф не менялись, количественные характеристики перевозки при этом сохранились.

Для определенной категории пассажиров (назовем их «неустойчивыми») произошедшие изменения (стал удобнее вход и выход, в вагонах больше места) показали привлекательными, и они стали пересеживаться из автобусов в поезда. Результатом стало увеличение числа людей, входящих в метро на станции пересадки из электрички. Это движение измеренного пассажиропотока в сторону повышения изображено на рис. 1 участком АВ. По прошествии некоторого времени части неустойчивых пассажиров стало казаться, что не так уж удобно ехать поездом (у автобуса остановки чаще, а вхо-

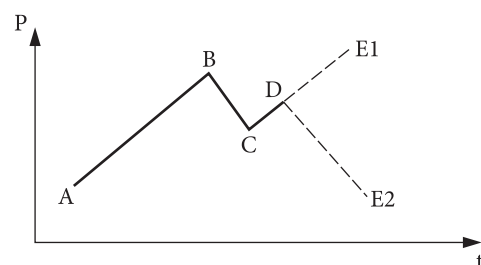


Рис. 1.



дить в метро стало хуже из-за выросшего потока), и они вернулись в автобусы, что отражает участок *BC* на *рис. 1*. Далее, те из неустойчивых, кому все же поезд понравился больше, поделились своими впечатлениями с друзьями и соседями, новые заинтересовавшиеся сменили автобус на электричку, движение пошло по линии *CD*. Дальнейшее развитие процесса зависит от поведения увеличивающегося или уменьшающегося количества неустойчивых пассажиров, принимающих свои решения по выбору вида транспорта.

Для специалиста, анализирующего *рис. 1* в целях определения числа поездов метро, отправляемых из депо на станцию пересадки, есть возможность принять несколько различных решений:

- *A..B* – движение, *B..C* – нет. Тогда *A..D* – единое движение, должно продолжиться в сторону *E1*, как *A..B..E1*;
- *A..B* и *B..C* – движения, *C..D* – нет. Тогда следует ожидать развития *B..C..E2*, процесс меняет направление своего развития на противоположное. Конкретное значение для разделения движений определяется, исходя из принятой границы, за которой малое отклонение превращается в реальное движение.

Чтобы разделять движения для практических наблюдений и принятия своевременных решений, нужно провести определенную работу, которая относится к области статистики:

- 1) собрать данные о наблюдаемом процессе, зафиксированные для интересующих интервалов, в количестве, достаточном для требуемой точности;
- 2) из локальных последовательностей измерений складываются движения. В качестве случайных событий выбираем длины (измеряемые в числе интервалов) движений в любую из сторон;
- 3) по полученной совокупности вычисляем математическое ожидание и среднеквадратичное отклонение;
- 4) применив неравенство Чебышева [6] для желательного отклонения, все, что окажется с меньшей стороны, движениями считать не будем.

Чтобы не получить слишком много мелких движений, можно предварительно произвести сглаживание. С той или иной точностью, динамический ряд может быть отнесен к волновым процессам. Можно также считать его дискретной функцией, заданной значениями в точках измерений. К дискретным волновым функциям вполне успешно применяют преобразование Фурье. Заменив конкретные значения их приближенным сглаженным вариантом, сосчитанным в виде суммы ряда Фурье, мы получим как раз те движения, которые нам нужно выделять для нахождения экстремумов. Бо-

лее того, ряд Фурье представлен в виде непрерывных функций, поэтому точки экстремумов можно находить почти «аналитическим» путем, через производные от этих функций.

Так как ряд Фурье бесконечен, то для того чтобы осуществить приближенное вычисление, суммирование ограничивается некоторым количеством членов ряда. Здесь мы получаем дополнительную возможность, используемую, например, в радиотехнике, известную, как фильтрация шумов.

В результате фильтрации можно получить желаемую величину, которой может быть:

- количество экстремумов в некотором характерном промежутке времени (частота);
- средняя длина движения между двумя соседними экстремумами (длина волны);
- средняя протяженность выделяемых трендов.

Инженер-менеджер постоянно находится в процессе выбора альтернатив тех или иных решений, которые он контролирует. На данном этапе возможно, а зачастую и целесообразно, человеческий фактор заменить инструментарием АСУ. Принципиально рассчитать, «когда наступит ключевой момент для принятия решения». Используем для этого *рис. 1*, слегка модифицировав его.

Зная, как развивался процесс ранее и как изменилось его движение в последнее время, можно попытаться рассчитать значения в ближайшей перспективе. Простые алгебраические формулы позволяют вычислить угол наклона линии *AB* к оси времени (а все процессы развиваются именно во времени, нельзя об этом забывать) и угол линии *CD* (этот угол удобнее брать в обратную сторону, т.к. силу движения лучше считать положительной в любую сторону).

Имеем для точки *E* на *рис. 2*:

$$P_E = \operatorname{tga} \cdot t_E + P_A - \operatorname{tga} \cdot t_A = \operatorname{ctg}\varphi \cdot t_E + P_D - \operatorname{ctg}\varphi \cdot t_D.$$

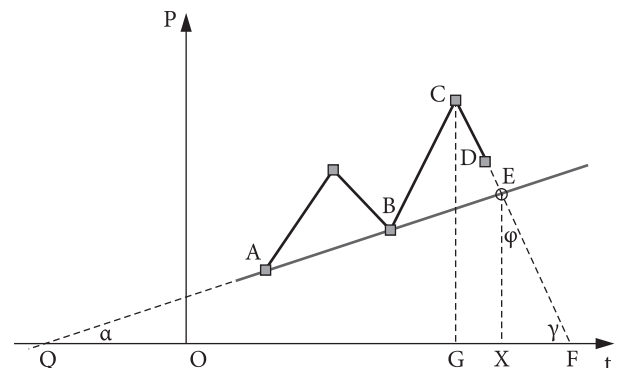


Рис. 2



Отсюда:

$t_E = (P_D - P_A + tg \alpha \cdot t_A - ctg \varphi \cdot t_D) / (tg \alpha - ctg \varphi)$ ,  
а интересующее нас время от текущего момента до ожидаемого:

$$t_E - t_D = (P_D - P_A + tg \alpha \cdot (t_A - t_D)) / (tg \alpha - ctg \varphi).$$

Полученный результат вычислений не является точной целью, но служит важным ориентиром. Каждая точка на графике – случайная величина, результат множества вкладывающихся процессов. Если вдруг значения в ряду устремятся к линии тренда быстрее, чем следовало бы (уменьшается угол  $\varphi$ ), это означает усиление движения в противоположную сторону и повышает риск пробы и формирования противоположного тренда. Если медленнее, то это ослабит значимость тренда как такового, т.к. будет означать переход к стабилизации около достигнутого уровня.

Такие подходы к гармонизации и синергетике процессов позволяют зачастую оптимизировать процесс разработки алгоритмов и выполнения расчетно-аналитических функций управляющим (средствами АСУ и автоматизации), повысить качество прогнозирования и управления экономическими и связанными с ними техническими и эксплуатационными характеристиками транспортных объектов и процессов в целом.

### Литература

1. Дуброва Т.А., Архипова М.Ю. Статистические методы прогнозирования в экономике / учеб. пособ. – М., МЭСИ, 2004.
2. Мутушев Д.М., Мутушев М.А. Квантовые аспекты подземного строительства // Метро и тоннели. – 2018. – № 3.
3. Гольдберг А.М. Общая теория статистики. – М.: Финансы и статистика, 1985 г.
4. Джон Е. Фреунд, Франк Вильямс «Современная деловая статистика», 1969.

5. Pearson K., The problem of the random walk // Nature. – 1905.

6. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа / изд. 4-е, перераб. – М.: Наука, 1976.

### Mathematical Modeling in Problems of Quality Management of Technical and Operational Characteristics of Transport Facilities

**D.M. Mutushev**, *Candidate of physical and mathematical sciences, Senior lecturer at the department of mathematical analysis of the Institute of path, construction and structures of the Russian university of transport (MIIT); Moscow*

*e-mail: dmmm1@yandex.ru*

**Summary.** The issues of forecasting and managing the processes of harmonization of economic, as well as technical and operational indicators of transport facilities are considered on the basis of research and adaptation of the time series to the stated problem, applying Fourier transform and others to discrete wave functions. Methodological approaches to the development of algorithms and making optimal management decisions with respect to transport facilities.

**Keywords:** transport facilities, time series, quality management.

#### References:

1. Dubrova T.A., Arkhipova M.Yu. Statistical methods of forecasting in the economy. Tutorial. *Moscow state university of economics, statistics and informatics*. Moscow, 2004.
2. Mutushev D.M., Mutushev M.A. Quantum aspects of underground construction. *Metro and tunnels*. 2018. №3.
3. Goldberg A.M. General theory of statistics. *Finance and statistics*. Moscow, 1985.
4. Freund John E., Williams Frank Modern Business Statistics. 1969.
5. Pearson K. The problem of the random walk. *Nature*. 1905.
6. Kolmogorov A.N., Fomin S.V. Elements of the theory of functions and functional analysis. *Nauka*. Moscow, 1976.

# Снижение риска травмирования водителя совершенствованием методики расчета тормозной динамики автотранспортного средства



**С.С. Сухов**

*к.т.н., заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности Брянского государственного университета им. академика И.Г. Петровского; г. Брянск*

*e-mail: bgd\_cc@bk.ru*

**Аннотация.** Статья посвящена определению влияния эксплуатационных факторов движения автотранспортного средства на его тормозную динамику, влияющую на риск столкновения и снижения уровня травмирования водителей.

**Ключевые слова:** риск столкновения автотранспортных средств, тормозной путь, тормозная динамика, ускорение замедления, силы сопротивления качения эластичного колеса, аквапланирование, факторы дорожных условий.

Снижение риска травмирования водителей автотранспортных средств (АТС) в значительной степени зависит от точности определения длины тормозного пути. При сравнении длины тормозного пути АТС, полученного в ходе экспериментальных исследований с длиной тормозного пути, вычисленного с помощью общеизвестных эмпирических зависимостей, таких как (1, 2), в ряде случаев наблюдается значительное расхождение.

$$S_T = \frac{k_T \cdot V_0^2}{254 \cdot (\varphi + f_K)} \quad (1)$$

или

$$S_T = \frac{K_{\text{Э}} \cdot V_0^2}{2\varphi_{\text{пр}} \cdot g}, \quad (2)$$

где  $S_T$  – длина тормозного пути автомобиля;  $\varphi$  – коэффициент сцепления опорной поверхности;

$f_K$  – коэффициент сопротивления качению колес автомобиля;  $V_0$  – величина скорости автомобиля в начале торможения;  $k_T$  – коэффициент, учитывающий гарантии торможения;  $K_{\text{Э}}$  – коэффициент, показывающий, насколько действительное значение ускорения замедления при торможении меньше теоретически возможного.

Это происходит из-за того, что в математических моделях процесса торможения АТС сложно, а иногда и невозможно, учесть ряд эксплуатационных факторов, таких как:

- зависимость коэффициента сцепления опорной поверхности от величины давления воздуха в шинах АТС;
- влияние деформации опорной поверхности на величину сопротивления качению эластичных колес.

Также не учитывается влияние гистерезисных потерь в материале покрышки эластичного колеса вследствие ее деформации под действием нормальной и тангенциальной нагрузок на баланс тормозных сил. Эти потери обусловлены межмолекулярным трением между резиной и кордом, механическим трением между покрышкой, камерой и ободом колеса.

Кроме этого не учитываются потери на проскальзывание колеса по опорной поверхности в тангенциальном направлении, а также потери на присасывание отдельных участков протектора шин, имеющих замкнутый контур, из которых под действием нормальной нагрузки на колесо выдавливается воздух и вода. При этом в замкнутом контуре этого участка шины образуется вакуум, и на отрыв этого участка требуется дополнительная затрата энергии.

По результатам проведенных исследований было выявлено, что данные потери могут составлять в общем балансе тормозных сил 15...20 % [4].

Среди эксплуатационных факторов, влияющих на коэффициент сцепления, наиболее существенным является скорость движения колесной машины. С увеличением скорости резина протектора не полностью зацепляется за неровность покрытия опорной поверхности. При этом на





мокрых дорогах затруднено выжимание влаги из зоны контакта шины и опорной поверхности. В зоне контакта образуется прослойка жидкости, что резко снижает коэффициент сцепления. При определенной толщине пленки жидкости и скорости движения под действием гидромеханических сил шина всплывает на поверхность пленки. В этом случае сцепление колеса с дорогой очень мало и практически определяется лишь величиной трения шины в слое жидкой фазы. Такое состояние шины на мокрой дороге называется аквапланированием, а скорость, при которой оно возникает, – критической по аквапланированию. При износе протектора более чем на 50 % коэффициент сцепления также интенсивно уменьшается, а при полном износе на мокрых твердых дорогах он может снизиться до 0,2.

На тормозную динамику АТС большое влияние оказывает давление воздуха в шине при движении по деформируемому грунту [4]. Необходимо иметь в виду, что для шины колеса коэффициент сцепления имеет максимальное значение при определенном давлении воздуха. При движении по деформируемым грунтам коэффициент сцепления при снижении давления воздуха в шине возрастает за счет увеличения площади контакта колеса с грунтом.

Для современного состояния теории качения колеса по деформируемому грунту характерно наличие значительного числа различных методических подходов к решению задач, связанных с процессом взаимодействия колесного движителя с опорной поверхностью. Сложность рассматриваемого процесса из-за неоднородности и неустойчивости параметров грунта обуславливает приближенность любых аналитических решений. В этой связи более целесообразно использование метода абстрагирования, чем применение строгих теоретических обоснований. Такой подход обеспечивает возможность, для определения параметров контакта колес с грунтом, использовать известные математические зависимости, дающие достаточно близкие к действительности результаты расчета [3].

Для уменьшения погрешности вычислений величины тормозного пути по аналитическим формулам (1, 2) необходимо ввести поправку, учитывающую зависимость обобщенного коэффициента сопротивления дороги от скорости движения автомобиля и величины давления воздуха в шинах, в частности  $\varphi_{\text{ПР}} = f(V_a, P_w)$ .

С этой целью можно воспользоваться полученной в [4] полуэмпирической зависимостью силы сопротивления качения эластичного колеса  $P_{f_{\text{ш}}}^0$  в ведомом режиме по опорной поверхности

$$P_{f_{\text{ш}}}^0 = G_k \cdot f_{\text{ш}}^0, \quad (3)$$

где  $f_{\text{ш}}^0 = \frac{\alpha + \beta \cdot G_k^2}{P_a + P_w}$  – коэффициент сопротивления качению пневматического колеса в ведомом режиме;  $\alpha$  и  $\beta$  – константы шины, зависящие от ее конструктивных параметров [5];  $G_k$  – нагрузка на колесо;  $P_w$  – давление воздуха в шине;  $P_a$  – атмосферное давление воздуха.

Для учета влияния скорости движения АТС на сопротивление качению колеса можно использовать следующую зависимость [5]:

$$f_{\text{ш}}^0 = f_{\text{ш}}^0 \left[ 1 + (0,006 \cdot V_M)^2 \right], \quad (4)$$

где  $V_M$  – продольная скорость качения колеса, км/ч [5].

Предлагаемая автором методика расчета энергетического баланса сил при качении пневматического колеса базируется на весьма распространенной степенной зависимости Винклера – Герстнера – Бернштейна [5]:

$$q = c \cdot h^\mu, \quad (5)$$

где  $c$  – параметр грунта, отражающий его сопротивление вдавливания штампа;  $\mu$  – параметр грунта, характеризующий его сопротивление по глубине вдавливания штампа  $h$ .

В соответствии с принятым допущением в том, что грунт на дне колеи по отношению к колесу является твердой поверхностью, зависимость для силы сопротивления качения эластичного колеса  $P_{f_{\text{ш}}}^0$  по деформируемой поверхности:

$$P_{f_{\text{ш}}}^0 = \frac{\alpha + \beta \cdot G_k^2}{P_a + P_w} \cdot G_k, \quad (6)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – константы, зависящие от числа слоев корда и других конструктивных параметров шины [6].

Необходимо отметить, что степенная зависимость (5) до настоящего времени широко используется для анализа процесса качения колеса по грунту, что обуславливается ее простотой и универсальностью. Однако следует иметь в виду, что параметры  $c$  и  $\mu$  не являются постоянными для данного грунта, поскольку они при изменении размеров штампа (размеров шины) и величины  $P_w$  также изменяются.

Другой существенный недостаток этой зависимости – неопределенность размерности параметра

с, поскольку она зависит от значения показателя степени  $\mu$ .

$$c = \frac{q}{h^\mu} \cdot \left[ \frac{H}{(M)^2 \cdot (M)^\mu} \right] = \left[ \frac{H}{(M)^{2+\mu}} \right].$$

С этой точки зрения более обоснована степенная зависимость, предложенная С.С. Саакяном [6]:

$$q = c_0 \left( \frac{h}{D} \right)^\mu, \quad (7)$$

где  $c_0$  – параметр грунта с постоянной размерностью  $H/M^2$ ;  $D$  – диаметр круга равновеликой площади штампа.

Модернизацией формулы (7) является измененная степенная зависимость М.Г. Беккера:

$$q_{пл} = \left( c_1 + \frac{c_2}{b} \right) h^\nu, \quad (8)$$

где  $c_1, c_2, \nu$  – константы грунта;  $b$  – ширина штампа.

Для широкого диапазона грунтовых условий можно использовать теоретически обоснованную функциональную зависимость между нагрузкой и деформацией грунта:

$$q = \frac{1}{\frac{2}{\pi q_s} \arctg \frac{H'-h}{a'D} + \frac{a'D}{Eh} \arctg \frac{H'-h}{a'D}}, \quad (9)$$

где  $q_s$  – несущая способность грунта;  $H$  – толщина мягкого слоя грунта;  $E$  – модуль деформации грунта при отсутствии сдвигов;  $a'$  – коэффициент, характеризующий затухание напряжений в грунте;  $D$  – диаметр круга, равновеликий штампу [3].

Все параметры, входящие в зависимость (9), имеют определенный физический смысл и постоянную размерность. Однако для проведения расчетов по этой зависимости необходимо располагать значением параметра  $q_s$ , который не является константой грунта, а зависит от размера штампа, что затрудняет ее практическое применение без наличия экспериментальных данных. Следует также отметить сравнительную сложность зависимости (9), а также отсутствие статистических данных по величинам  $H'$ .

При использовании для этой цели более простых степенных зависимостей (5), (7) и (8) в каждом конкретном случае расчета также необходимо располагать экспериментальными данными, связанными с параметрами грунта.

Для определения силы сопротивления качению колеса можно воспользоваться функциональной зависимостью между пределом прочности грунта и его деформацией [3]:

$$P_{fr} = \frac{b\sigma_0^2}{2k_k} \ln \left( \frac{b \frac{4k_k z}{\sigma_0} + 1}{2b \frac{2k_k z}{\sigma_0}} \right), \quad (10)$$

где  $z = (2/3)h$  – условная глубина колеи в криволинейной зоне контакта колеса с грунтом;  $b$  – ширина площади проекции криволинейной зоны контакта колеса с грунтом.

В качестве иллюстрации практического применения полученных зависимостей приведены результаты расчета  $h$  и  $P_{fr}$  по формуле (10) при качении колеса с шиной 1300×530...533, мод. ВИ-3 с нормальной нагрузкой 36 кН по супеси: слежавшейся пахоте ( $\sigma_0 = 5 \cdot 10^5$  Н/м<sup>2</sup>;  $k_0 = 5 \cdot 10^7$  Н/м<sup>3</sup>) и по глине: слежавшейся пахоте ( $\sigma_0 = 15 \cdot 10^5$  Н/м<sup>2</sup>;  $k_0 = 12 \cdot 10^7$  Н/м<sup>3</sup>), в зависимости от давления воздуха в шине (рис. 1).

Из рис. 1 следует, что при изменении давления воздуха в шине с 0,3 до 0,05 МПа величина силы сопротивления качению  $P_{fr}$  уменьшается в обоих случаях примерно в два раза. Средние значения параметров  $\sigma_0$  и  $k_0$ , принятые для расчета, были взяты из табл. 1.

Пример расчета изменения параметров баланса тормозных сил при торможении пневматического колеса по твердой опорной поверхности выполнен по методике, предлагаемой группой авторов в [2].

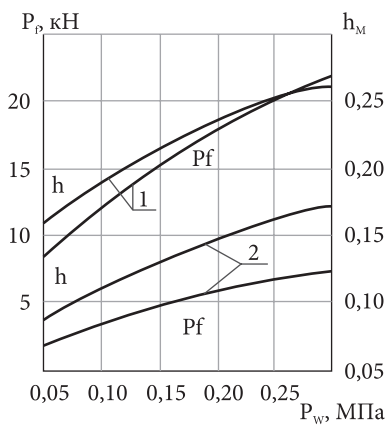


Рис. 1. Влияние давления воздуха в шине 1300×530...500, мод. ВИ-3 на глубину колеи и силу сопротивления грунта при качении пневматического колеса с нормальной нагрузкой 36 кН: 1 – по супеси: слежавшейся пахоте, 2 – по глине: слежавшейся пахоте

Таблица 1.

Несущая способность грунтов  $\sigma_0$  и коэффициент их объемного смятия  $k_0$  [7]

Наименование грунта	Влажность, %	Несущая способность $\sigma_0$ , Н/м <sup>2</sup>	Коэффициент объемного смятия $k_0$ , Н/м <sup>3</sup>
<b>Супесь:</b>			
Целина	14...16	12,9 · 10 <sup>5</sup> ... 14,3 · 10 <sup>5</sup>	8,3 · 10 <sup>7</sup> ... 11,0 · 10 <sup>7</sup>
Стерня зерновых	11...13	8,1 · 10 <sup>5</sup> ... 9,0 · 10 <sup>5</sup>	6,8 · 10 <sup>7</sup> ... 8,2 · 10 <sup>7</sup>
Слежавшаяся пахота	12...14	4,5 · 10 <sup>5</sup> ... 6,6 · 10 <sup>5</sup>	4,1 · 10 <sup>7</sup> ... 6,5 · 10 <sup>7</sup>
<b>Суглинок легкий:</b>			
Целина	13...14	24,2 · 10 <sup>5</sup> ... 25,8 · 10 <sup>5</sup>	7,3 · 10 <sup>7</sup> ... 9,7 · 10 <sup>7</sup>
Стерня зерновых	12...13	14,3 · 10 <sup>5</sup> ... 20,9 · 10 <sup>5</sup>	11,1 · 10 <sup>7</sup> ... 19,9 · 10 <sup>7</sup>
Слежавшаяся пахота	12...13	9,6 · 10 <sup>5</sup> ... 11,6 · 10 <sup>5</sup>	10,7 · 10 <sup>7</sup> ... 17,4 · 10 <sup>7</sup>
<b>Суглинок средний:</b>			
Целина	10...11	27,4 · 10 <sup>5</sup> ... 31,0 · 10 <sup>5</sup>	11,1 · 10 <sup>7</sup> ... 19,9 · 10 <sup>7</sup>
Стерня зерновых	12...14	16,8 · 10 <sup>5</sup> ... 22,7 · 10 <sup>5</sup>	10,7 · 10 <sup>7</sup> ... 17,4 · 10 <sup>7</sup>
Слежавшаяся пахота	16...17	6,8 · 10 <sup>5</sup> ... 10,9 · 10 <sup>5</sup>	6,1 · 10 <sup>7</sup> ... 10,8 · 10 <sup>7</sup>
<b>Суглинок тяжелый:</b>			
Целина	19...20	24,9 · 10 <sup>5</sup> ... 28,5 · 10 <sup>5</sup>	11,6 · 10 <sup>7</sup> ... 18,2 · 10 <sup>7</sup>
Стерня зерновых	13...16	18,8 · 10 <sup>5</sup> ... 24,7 · 10 <sup>5</sup>	9,8 · 10 <sup>7</sup> ... 17,4 · 10 <sup>7</sup>
Слежавшаяся пахота	12...14	9,5 · 10 <sup>5</sup> ... 12,8 · 10 <sup>5</sup>	7,3 · 10 <sup>7</sup> ... 10,6 · 10 <sup>7</sup>
<b>Глина:</b>			
Целина	12...15	32,3 · 10 <sup>5</sup> ... 46,2 · 10 <sup>5</sup>	12,7 · 10 <sup>7</sup> ... 20,7 · 10 <sup>7</sup>
Слежавшаяся пахота	10...13	12,9 · 10 <sup>5</sup> ... 19,1 · 10 <sup>5</sup>	8,3 · 10 <sup>7</sup> ... 14,7 · 10 <sup>7</sup>

Расчет выполнен для качения колеса с шиной 16–20 по сухому асфальту, если  $G_k = 25000$  Н,  $P_w = 2,5 \cdot 10^5$  Па,  $\varphi = 0,8$ ,  $V_k = 70$  км/час.

1. Сила сцепления колеса при его качении по асфальту, которая определяет максимально возможную величину тормозной силы, для конкретного случая движения автомобиля:

$$P_\varphi = P_T = G_k \cdot \varphi = 25000 \cdot 0,8 = 20000 \text{ Н.}$$

2. Для определения тангенциальной эластичности шины и радиуса качения пневматического колеса в ведомом режиме применяем полуэмпирические функциональные зависимости, полученные на основе результатов экспериментальных данных и теоретических исследований:

$$\lambda_k = \lambda \cdot \left[ 1 - \left( 1 - \frac{G_k^*}{G_k} \right) \frac{P_w}{P_k^*} \right]$$

$$r_k^0 = r - \nu(P_w - P_a) - \frac{k_z \sqrt{G_k}}{P_a + P_w},$$

где  $\lambda_k$ ,  $G_k^*$ ,  $P_w^*$ ,  $\nu$ ,  $k_z$  – константы для данной шины (см. табл. 1);  $P_{\text{НОН}}$  – номинальное давление в шине;  $P_w$  – давление воздуха в шине, при котором определяется величина  $r_k^0$ ;  $P_a$  – атмосферное давление;  $G_k$  – нормальная нагрузка на колесо [3].

$$r_k^0 = 0,696 \cdot 0,31 \cdot 10^{-8} (2,5 \cdot 10^5 - 2,5 \cdot 10^5) - \frac{94 \sqrt{25000}}{1 \cdot 10^5 + 2,5 \cdot 10^5} = 0,6335 \text{ м}$$

$$\lambda_k = 2,7 \cdot 10^{-6} \left[ 1 - \left( 1 - \frac{40000}{25000} \right) \frac{2,5 \cdot 10^5}{2,45 \cdot 10^5} \right] = 4,35 \cdot 10^6 \text{ м/Нм.}$$

3. Коэффициент сопротивления качения колеса в тормозном режиме с учетом давления воздуха в шине и физико-механических характеристик шины колеса:

$$f_{\text{ш}}^0 = \frac{\alpha + \beta \cdot G_k^2}{P_a + P_w} = \frac{0,062 \cdot 10^5 + 3,25 \cdot 10^{-6} \cdot 25000^2}{1 \cdot 10^5 + 2,5 \cdot 10^5} = 0,023,$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – константы шины, зависящие от ее конструктивных параметров (см. табл. 1 [3]).

4. Сопротивление качению колеса:

$$P_{fк} = 25000 \cdot 0,023 = 575 \text{ Н}$$

Что составляет около 30 % тормозной силы, влияющей на величину тормозного пути.

Таким образом, учет данной составляющей баланса тормозных сил значительно повысит точность расчета величины тормозного пути по приведенным методикам, применение которых в свою очередь позволит выявить ряд эксплуатационных факторов, влияющих на риск столкновения АТС.



## Литература

1. Афанасьев Б.А., Бочаров Н.Ф., Жеглов Л.Ф. Проектирование полноприводных колесных машин: учебник для вузов в 3 т. Т.1. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 496 с.
2. Сухов С.С. и др. Снижение риска столкновения автотранспортных средств // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2017. – № 4. – С. 435–441.
3. Лазарев В.В. Повышение энергетических и экологических свойств полноприводных колесных машин. – Брянск: БГИТА, 2010. – 132 с.
4. Белова Т.И. и др. Факторы снижения риска столкновения автотранспортных машин и травмирования водителей // Лесотехнический журнал Воронежского государственного лесотехнического университета. – 2018. – № 1. – С. 176–185.
5. Петрушов В.А., Московкин В.В., Евграфов А.Н. Мощностной баланс автомобиля / под общ.ред. В.А. Петрушова. – М.: Машиностроение, 1984. – 159 с.
6. Пирковский Ю.В., Шухман С.Б. Теория движения полноприводного автомобиля (Прикладные вопросы оптимизации конструкции шасси). – М.: ЮНИТИ: Элит, 2001. – 230 с.
7. Бойков В.П. и др. Многоцелевые гусеничные и колесные машины. Теория. – М.: Новое знание, 2012. – 543 с.

## Reducing the Risk of Injury to the Driver by Improving the Method of Calculating the Braking Dynamics of the Vehicle

**S.S. Sukhov**, candidate of technical sciences, head of the Department of life safety of Bryansk state University named after academician I. G. Petrovsky; Bryansk

e-mail: bgd\_cc@bk.ru

**Summary.** The article is devoted to the determination of the influence of operational factors of the movement of a motor vehicle on its braking dynamics, affecting the risk of a collision and reducing the level of injury to drivers.

**Keywords:** risk of collision of vehicles, braking distance, braking dynamics, acceleration of deceleration, rolling resistance of an elastic wheel, aquaplaning, factors of road conditions.

### References:

1. Aphanasiev B.A., Bocharov N.F., Zheglov L.F. Designing all-wheel drive wheeled vehicles: a textbook for universities in 3 volumes. Moscow state technical university named after N.E. Bauman. Moscow, 2008, volume 1. 496 p.
2. Sukhov S.S., Belova T.I., Rastyagaev V.I., Philippov A.A. Reducing the risk of collision of motor vehicles. *Scientific-technical Vestnik of Bryansk state university*. 2017, No. 4. pp. 435–441.
3. Lazarev V.V. Increase in power and ecological properties of four-wheel drive wheel vehicles. *Bryansk state engineering and technological university*. Bryansk, 2010. 132 p.
4. Belova T.I., Rastyagaev V.I., Sukhov S.S., Baranov Yu.N., Starchenko E.V. Factors of reduction of risk of collision of motor transportation cars and traumatizing drivers. *Timber magazine of the Voronezh state timber university*. 2018, No. 1. pp. 176–185.
5. Petrushov V.A., Moskovkin V.V., Evgraphov A.N. The power balance of the car. *Mechanical Engineering*. Moscow, 1984. 159 p.
6. Pirkovsky Yu.V., Shukhman S.B. The theory of motion of four-wheel drive vehicle (Applied problems of optimization of chassis design). – *YUNITI: Elit*. Moscow, 2001. 230 p.
7. Boykov V.P., Guskov V.V., Guskov A.V., Korobkin V.A. Multi-purpose wheeled tracked vehicles. Theory. *New knowledge*. Moscow, 2012. 543 p.

# Эффективная система управления охраной труда – путь к нулевому травматизму



**Т.Ю. Лустgarten**

*к.т.н., Костромской  
государственный  
университет;  
г. Кострома*

*e-mail:  
tlustgarten@yandex.ru*

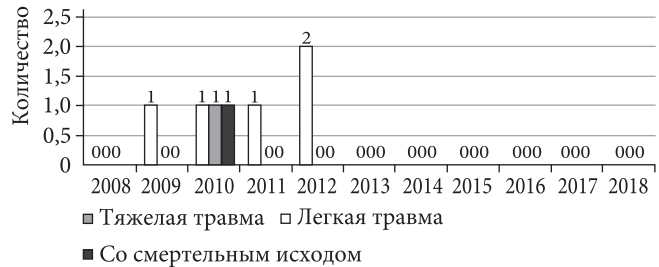
**Аннотация.** Изучены материалы расследования несчастных случаев. Рассчитаны показатели травматизма. Проведен анализ травматизма на известковом комбинате за последние десять лет. С целью выявления эффективности системы управления охраной труда исследована зависимость изменения показателей материальных последствий и затрат на предупредительные меры по профилактике несчастных случаев на комбинате.

**Ключевые слова:** несчастный случай, травматизм, показатели травматизма, материальные последствия, предупредительные меры по профилактике несчастных случаев.

В декабре 2017 г. между Министерством труда и социальной защиты РФ и Международной ассоциацией социального обеспечения был подписан меморандум о взаимопонимании и сотрудничестве по продвижению Концепции «нулевого травматизма», приоритетом которой является повышение безопасности, гигиены труда, условий труда и общих условий работы в контексте их соответствующих миссий, стратегий, компетенций и ресурсов. По оценкам экспертов, издержки работодателей в связи с травматизмом и компенсациями, занятостью во вредных условиях труда ежегодно составляют около 1,5 трлн рублей и прямо влияют на производительность труда [1].

С целью выявления путей, ведущих к нулевому травматизму, проведем анализ травматизма и системы управления охраной труда на предприятии добывающей отрасли.

В рамках исследования были изучены журналы регистрации и учета несчастных случаев, акты о расследовании несчастных случаев [2]. Результаты исследований тяжести травм на предприятии за последние 10 лет представлены на *рис. 1*.



**Рис. 1. Несчастные случаи по видам травм**

В 2009, 2010, 2011, 2012 гг. на производстве отмечались ожоги пальцев, химические ожоги лица и шеи, переломы, ушибы и черепно-мозговые травмы. Причина несчастных случаев – нарушение требований инструкции по охране труда и отсутствие контроля со стороны за выполнением работниками требований инструкции по охране труда, нарушение руководителем подразделения требований должностной инструкции.

В 2010 г. произошел несчастный случай со смертельным исходом с лаборантом из-за попадания халата в мельницу. Причина – отсутствие средств защиты на оборудовании.

Анализ материалов расследования несчастных случаев показал, что основными причинами являются нарушение требований инструкций по охране труда, неудовлетворительная организация рабочих мест, нарушение требований должностных инструкций. Таким образом, причины производственного травматизма носят преимущественно организационный характер.

Для снижения производственного травматизма службой охраны труда был разработан план мероприятий, который включал систематический контроль за соблюдением требований безопасности, неформальное проведение инструктажей, обучение и строгую проверку знаний требований охраны труда работниками (согласно графику), контроль за организацией рабочих мест для обеспечения безопасной эффективности работ, организацию соревнований между цехами по охране труда и оказанию первой помощи пострадавшим и др. [3].

По результатам анализа данных журнала регистрации несчастных случаев обобщены сведения о днях нетрудоспособности. На основании полученных данных был проведен расчет материальных последствий и затрат на предупреждение несчаст-

ных случаев в организации [4]. Результаты представлены на рис. 2.

На диаграмме видно, что самый высокий показатель дней нетрудоспособности был в 2012 г., а самый низкий – в 2010 и 2011. Показатель потерь в 2008 и с 2013 по 2018 гг. равен нулю. Качество выполнения плана мероприятий по профилактике несчастных случаев обусловило отсутствие несчастных случаев в течение последних пяти лет.

Общий экономический ущерб, нанесенный производственным травматизмом комбинату за период с 2008 по 2018 гг., составил 108 200 руб. Затраты на предупредительные меры по профилактике несчастных случаев на одного работающего составили от 2813,6 до 5210 руб. в течение 10 лет.

Анализ показал, что при систематических материальных затратах на меры по снижению травматизма, таких как своевременное обучение и проверка знаний требований охраны труда, закрепление полученных знаний при проведении соревнований по безопасности труда и оказанию первой помощи

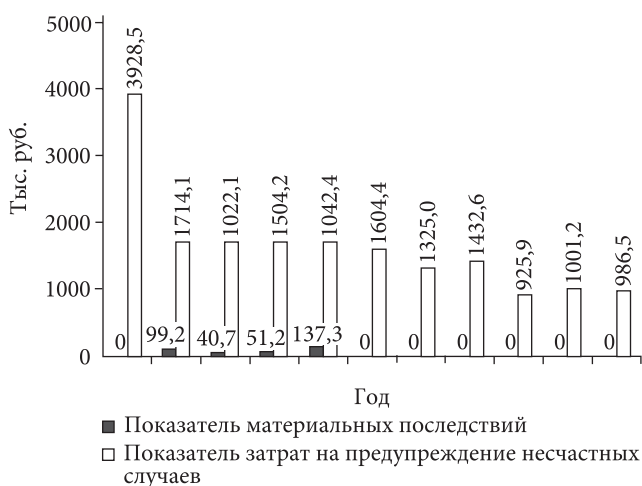


Рис. 2. Изменение показателей материальных последствий и затрат на предупреждение несчастных случаев в организации

пострадавшим, можно достигнуть нулевого травматизма. Таким образом, система управления охраной труда на комбинате эффективна.

## Литература

1. Минтруд России <https://rosmintrud.ru/labour/safety/280>.
2. Акты несчастных случаев АО «Солигаличский известковый комбинат» // Архив Солигаличского известкового комбината.
3. Положение о службе охраны труда // Архив Солигаличского известкового комбината.
4. Девисилов В.А. Охрана труда. 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Форум, 2009. – 496 с.

## Efficient Health Safety Management System – Way to Zero Injury

T.Yu. Lustgarten, candidate of technical sciences, Kostroma state university; Kostroma

e-mail: [tlustgarten@yandex.ru](mailto:tlustgarten@yandex.ru)

**Summary.** The materials of the investigation of accidents were studied. Calculated injury rates. The analysis of injuries at the lime plant for the past ten years. In order to identify the effectiveness of the labor protection management system, the dependence of changes in the indicators of material consequences and the cost of preventive measures to prevent accidents at the plant was investigated.

**Keywords:** accident, traumatism, traumatism indicators, material consequences, precautionary measures for prevention of accidents..

### References:

1. Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation. Available at: <https://rosmintrud.ru/labour/safety/280>.
2. Acts of accidents of JSC Soligalich Lime Plant. *Archive of Soligalich lime plant.*
3. Provision on security service of work. *Archive of Soligalich lime plant.*
4. Devisilov V.A. Labor protection. the 4th edition. *Forum.* Moscow, 2009. 496 p.



# Результат оценки условий труда разными методиками



**Т.Ю. Лустгартен**

к.т.н., Костромской  
государственный  
университет;  
г. Кострома

e-mail:  
tlustgarten@yandex.ru

**Аннотация.** В статье представлен анализ результатов оценки условий труда на рабочих местах известкового комбината. Проведен анализ результатов аттестации рабочих мест и специальной оценки условий труда, определены затраты на их проведение. Определены компенсационные выплаты сотрудникам за работу во вредных условиях труда и выгоды работодателя от перехода на специальную оценку условий труда.

**Ключевые слова:** вредные условия труда, аттестация рабочих мест, специальная оценка условий труда, компенсационные выплаты, выгода работодателя.

В России производство строительных материалов относится к отраслям тяжелой промышленности, которая включает в себя добывающие подотрасли и производства. В нее входит 25 видов производств, объединяющих около 9,5 тыс. предприятий, в том числе 2,2 тыс. крупных и средних предприятий с общей численностью работающих свыше 680 тыс. человек [1].

Удельный вес численности работников, занятых на работах с вредными и опасными условиями труда по добыче полезных ископаемых, в Костромской области выше среднего значения по Российской Федерации и составляет 54,8 % [2].

Оценка условий труда помогает понять степень безопасности рабочих мест. С 1 января 2014 г. специальная оценка условий труда заменила процедуру аттестации рабочих мест по условиям труда.

Исследуем, как меняется класс условий труда в зависимости от применяемых методик оценки, на примере известкового комбината, находящегося в Костромской области. Материалами для исследования стали результаты аттестации рабочих мест (АРМ) и специальной оценки условий труда (СОУТ) на рабочих местах комбината.

С 2010 по 2013 гг. на известковом комбинате проведена АРМ 178 рабочих мест [3].

Результаты аттестации рабочих мест представлены на рис. 1.

Количество рабочих мест с допустимыми условиями труда составляет 27, где работает 35 работников из них 5 женщин. Вредные условия труда выявлены на 151 рабочем месте, на них работают 288 человек из них 65 женщин (23 %).

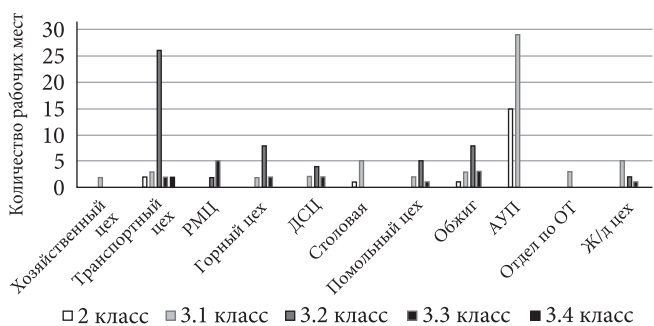
Из диаграммы видим, что во всех подразделениях выявлены вредные классы условий труда. По травмоопасности количество рабочих мест 1-го класса – 84 места, на которых работают 148 работников, из них 45 женщин (30 %); 2-го класса – 94 места и 175 работников, из них 25 женщин (14 %) [4].

При проверке обеспеченности работающих средствами индивидуальной защиты выявлено, что на 55 рабочих местах средства индивидуальной защиты (СИЗ) не соответствуют нормам, а на 34 местах СИЗ не предусмотрены.

Рассмотрим подразделения, в которых выявлено наибольшее количество рабочих мест с вредным классом условий труда.

В транспортном цехе выявлено 26 рабочих мест с классом условий труда 3.2, в основном это водители машин. Определяющими факторами являются: повышенный уровень вибрации по причине износа автотранспортных средств и напряженность трудового процесса, обусловленная многочисленными сигналами (информация), и длительность сосредоточенного наблюдения. Класс условий труда 3.3 выявлен на рабочих местах электрослесаря по ремонту оборудования и электросварщика ручной сварки. На рабочем месте слесаря по ремонту автомобилей и электрогазосварщика установлен класс 3.4.

Для рабочих мест административно-управленческого персонала выявлен класс условий труда 3.1 по причине высокой пульсации светового потока ламп общего освещения.



**Рис. 1. Результаты АРМ по структурным подразделениям**

С 2015 по 2017 гг. на комбинате проведена специальная оценка условий труда на 164 рабочих местах, на которых работает 277 человек, из них 57 женщин.

Результаты специальной оценки условий труда представлены на рис. 2.

Было выявлено 106 рабочих мест с вредными условиями труда, на которых работает 212 человек, из них 24 женщины (11 %) [5].

Сравним результаты аттестации рабочих мест и специальной оценки условий труда по количеству рабочих мест, отнесенных к классам условий труда (рис. 3.)

Из рис. 3 видим, что количество рабочих мест с классом условий труда 3.3 резко сократилось с 25 до 1. Уменьшилось количество рабочих мест с классом 3.2 с 66 до 47. Почти в два раза увеличилось количество рабочих мест с допустимыми условиями труда. Нас интересует, чем объясняются такие изменения? Модернизацией оборудования, производства, рабочих мест? Или методикой оценки?

При процедуре специальной оценки перечень опасных и вредных производственных факторов остался прежним. Основным отличием специальной оценки условий труда от аттестации рабочих мест по условиям труда является идентификация производственных факторов в соответствии с классификатором.

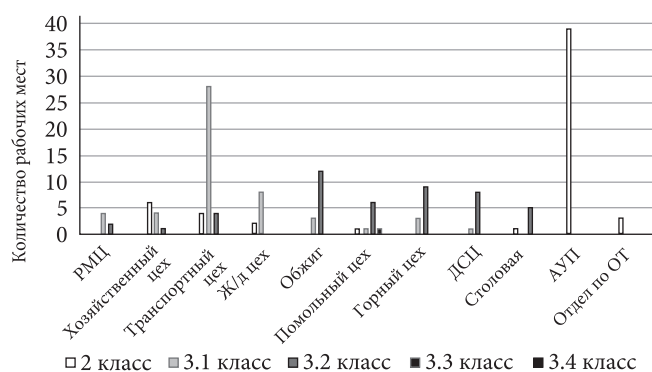


Рис. 2. Результаты СОУТ по структурным подразделениям



Рис. 3. Результаты оценки условий труда по разным методикам

Например, при специальной оценке условий труда фактор «световая среда» идентифицируется как вредный и/или опасный только при выполнении прецизионных работ с величиной объектов различения менее 0,5 мм (разряд зрительных работ I-III). Если фактор идентифицирован, то оценивается только освещенность рабочей поверхности. Из приведенных результатов АРМ знаем, что рабочие места административно-управленческого персонала были отнесены к классу условий труда 3.1 по показателю коэффициент пульсации. При проведении СОУТ этот показатель не оценивается. На момент проведения СОУТ на рабочих местах административно-управленческого персонала проведена модернизация освещения – замена люминесцентных ламп на светодиодные. Количество мест с допустимыми условиями труда увеличилось почти в два раза.

В соответствии с СОУТ коэффициент естественной освещенности (КЕО, %) тоже не оценивается. Однако при отсутствии естественного освещения рекомендуется увеличивать нормативное освещение на одну ступень. Для работающих в возрасте старше 40 лет также рекомендуется увеличивать нормативное освещение на одну ступень [6].

При специальной оценке рабочих мест по фактору «шум» видим, что предельно допустимый уровень звукового давления для всех рабочих мест постоянен, составляет 80 дБ и не корректируется с учетом тяжести и напряженности труда [7, 8], как при АРМ, где ПДУ шума составляет 60 дБА.

При специальной оценке рабочих мест по фактору «вибрация» видим, что предельно допустимый уровень вибрации для всех рабочих мест постоянен – 115 дБ [7, 8], при АРМ ПДУ вибрации – 87 дБА.

При специальной оценке по фактору «напряженность труда» оценка проводится только по шести показателям вместо 23-х показателей при АРМ.

Проведем анализ затрат на проведение оценки условий труда. На АРМ было затрачено 640 800 руб. за 178 рабочих мест, в среднем стоимость за одно рабочее место составила 3 600 руб. При процедуре СОУТ средняя стоимость за одно рабочее место уменьшилась и составила 3 000 руб. На оценку 164 рабочих мест было выделено 492 000 руб. При этом в 2013 г. за работу во вредных условиях труда работникам были выплачены компенсации 812 000 руб. в месяц, что составляет в среднем на человека 4 413 руб. В 2017 г. компенсационные выплаты увеличились до 950 000 руб. в месяц, и составили 4 460 руб. в среднем на человека. Работодатель при проведении СОУТ получает экономию денежных средств в размере 150 500 руб. в месяц.

Проведя глубокий анализ причин изменения, отметим, что на 25 % рабочих мест администра-



тивно-управленческого персонала класс условий труда снизился до 2.0 (допустимый), что обусловлено проведением мероприятий по улучшению условий труда – замена люминесцентных ламп на энергосберегающие. Данное снижение класса условий труда произошло бы и в том случае, если предприятие вовсе не проводило бы никаких мероприятий, так как при СОУТ коэффициент пульсации не подлежит оценке.

На 75 % рабочих мест класс условий труда при проведении СОУТ в результате идентификации факторов проведен в соответствии с классификатором и установлен предельно-допустимый уровень виброакустических факторов без учета тяжести и напряженности труда.

Фактические условия труда не изменились, воздействие вредных факторов на работающих не уменьшилось, поскольку замены оборудования за указанный период не проводилось. Следовательно, специальная оценка условий труда на рабочих местах не отражает истинной картины степени безопасности рабочих мест.

## Литература

1. Алешко О.С. Промышленность строительных материалов в ресурсном обеспечении экономического развития России // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. – М.: 2013 г. – С. 262–289.

2. Федеральный орган Федеральной службы государственной статистики по Костромской области. Режим доступа: [http://kostroma.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/kostroma/ru/statistics/](http://kostroma.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/kostroma/ru/statistics/) (дата обращения 8.06.2018 г.).

3. Сводная ведомость аттестации рабочих мест АО «Солигаличский известковый комбинат» // Архив Солигаличского известкового комбината.

4. МУ ОТ РМ 02–99. Оценка травмобезопасности рабочих мест для целей их аттестации по условиям труда. [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

5. Сводная ведомость специальной оценки рабочих мест АО «Солигаличский известковый комбинат» // Архив Солигаличского известкового комбината.

6. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\* утв. приказом Министерства регионального развития Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. N 783 и введен в действие с 20 мая 2011 г.

7. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. № 33н «Об утверждении Методики проведения специальной оценки условий труда, Классификатора вредных и (или)

опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению» (с изменениями и дополнениями). [Электронный ресурс] // Система ГАРАНТ. – Режим доступа: <http://forum.garant.ru>.

8. Р 2.2.2006–05 Руководство по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда утв. Главным государственным санитарным врачом России 29.07.2005 г. [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

## Results of Estimation of Work Conditions by Different Methods

**T.Yu. Lustgarten**, candidate of technical sciences, Kostroma state university; Kostroma

e-mail: [tlustgarten@yandex.ru](mailto:tlustgarten@yandex.ru)

**Summary.** The article examines the results of the assessment of working conditions at workplaces of a lime plant. The analysis of the results of certification of workplaces and a special assessment of working conditions was carried out, the costs of their implementation were determined. Compensation payments to workers for work in hazardous working conditions and the benefits of the employer from switching to a special assessment of working conditions.

**Keywords:** harmful working conditions, certification of workplaces, special assessment of working conditions, compensation payments, employer benefits.

### References:

1. Aleshko O.S. The industry of construction materials in resource ensuring economic development of Russia. Scientific works: institute of economic forecasting of RAS. Publishing house: Federal state budgetary institution of science Institute of economic forecasting of the Russian Academy of Sciences. Moscow, 2013. pp. 262–289

2. Federal body of Federal state statistics service in the Kostroma region. Available at: [http://kostroma.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat\\_ts/kostroma/ru/statistics/](http://kostroma.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/kostroma/ru/statistics/) (accessed 8 of June 2018).

3. Summary sheet of certification of workplaces of JSC Soligalich lime plant. *Archive of Soligalich lime plant.*

4. МУ ОТ РМ 02–99. Assessment of safety of workplaces for the purposes of their certification of working conditions. Available at: <http://www.consultant.ru>.

5. Summary sheet of a special assessment of workplaces of JSC Soligalich lime plant. *Archive of Soligalich lime plant.*

6. SP 52.13330.2011 Natural and artificial lighting. Updated version of SNiP 23-05-95 \*, approved by the order of the Ministry of regional development of the Russian Federation dated December 27, 2010 N 783 and entered into force on May 20, 2011.

7. Order of the Ministry of Labor and Social Protection of the Russian Federation of January 24, 2014 No. 33n «On approval of the Methodology for conducting a special assessment of working conditions, Classifier of harmful and (or) occupational hazards, the form of a report on a special assessment of working conditions and instructions for filling it». Available at: <http://forum.garant.ru>.

8. R 2.2.2006-05 Guidance on hygienic assessment, factors of the working environment and the labor process. Criteria and classification of working conditions approved chief state sanitary doctor of Russia July 29, 2005. Available at: <http://www.consultant.ru>.



# Применение многофункциональных машин для улучшения условий труда при обработке прессованных грубых кормов в условиях фермерских хозяйств

**А.В. Рамзаев**

*к.т.н., доцент кафедры «Безопасность технологических процессов и производств» Донского государственного технического университета; г. Ростов-на-Дону*

*e-mail: Sandr03@yandex.ru*

**Аннотация.** В статье рассмотрены вопросы состояния охраны труда в животноводстве при подготовке кормов, приведено обоснование необходимости применения многофункциональных машин для подготовки грубых кормов, предложена конструкция шнекового измельчителя-транспортера прессованных грубых кормов с указанием оптимальных режимов работы, установленных в результате аналитических и экспериментальных исследований.

**Ключевые слова:** животноводство, условия труда, механизация работ, тяжесть труда, травматизм, многофункциональные машины, физико-механические свойства, шнековый измельчитель-транспортер.

В животноводстве важными факторами облегчения и оздоровления условий труда, повышения его производительности является механизация работ и технологических процессов [1]. Механизация является эффективным средством снижения травматизма, способствует ликвидации тяжелого физического труда, повышению производительности труда и качества сельскохозяйственной продукции.

Механизация приготовления и раздачи кормов в животноводстве занимает особое место в системе технических средств для обслуживания животных. Уровень механизации приготовления и раздачи кормов в настоящее время несколько ниже механизации других процессов (доения коров, уборки навоза, водоснабжения и поения), что значительно повышает тяжесть труда работников, занятых в этих трудовых процессах.

К последствиям тяжелого физического труда относятся травмы, в том числе повреждения связок и сухожилий, вывихи и переломы. Но наиболее распространенным показателем является

заболевание позвоночника в различных проявлениях. Остеохондроз и иные дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника не обходят стороной практически ни одного работника тяжелого ручного труда.

Указанная проблема менее актуальна в современных реалиях для крупных животноводческих хозяйств ввиду наличия на рынке достаточного количества предложений кормоприготовительных машин отечественного и зарубежного производства. Однако большинство из них обладают высокой энергоемкостью, большими габаритными размерами, а их универсализация ограничивается конструктивными особенностями рабочих органов и транспортирующих устройств. Поэтому использовать их для хозяйствующих субъектов с небольшим уровнем оборотных средств, как правило, накладно и экономически нецелесообразно.

На небольших фермах крупного рогатого скота, а также на фермах крестьянских (фермерских) хозяйств, где строительство кормоцехов нецелесообразно ни с технологической, ни с экономической точек зрения, а доставка готовых кормосмесей затруднена или невыгодна, следует более активно применять универсальные мобильные технические средства по приготовлению и раздаче кормов. При этом машины, отвечающие данным требованиям, представлены в настоящий момент на рынке не очень широко.

В последнее время технология заготовки грубых кормов в рулонах и тюках повсеместно переходит в категорию основных. Практически на стадии освоения находятся ее новые формы, как то: силос и сенаж, запрессованные в рулоны и тюки с упаковкой пленкой-стрейч. И напротив, приемы заготовки грубых кормов в рассыпном виде практически не совершенствуются и объемы их применения сокращаются. Следовательно, объемы заготовки прессованных грубых кормов, по крайней мере, в ближайшие годы не будут снижаться. На мой взгляд, остается недорешенной финишная задача – использование грубых кормов в рулонах и тюках для скармливания или подстилки. Для технологичности их применения

необходимо их предварительное распаковывание либо измельчение.

Для снижения энергоемкости, улучшения качественных показателей и универсальности измельчителей необходимы дальнейшие исследования существующих и создание новых типов рабочих органов на основе уточнения физико-механических свойств и технологических особенностей прессованных грубых кормов в связи с их популяризацией, изучение вопросов взаимодействия рабочих элементов с монолитом стебельных материалов и др.

Таким образом, возникает необходимость создания измельчителя-транспортера прессованных грубых кормов, обеспечивающего их измельчение в широком диапазоне степени измельчения как для использования в качестве корма, так и на подстилку для животных. Также рабочий орган такого измельчителя для организации его многофункциональности должен обеспечивать подачу измельченного материала в заданном направлении, согласно технологической схеме его последующего использования. При этом машина должна иметь компактные размеры и низкую энергоемкость для обеспечения экономической целесообразности ее применения в условиях небольших хозяйств.

Известно, что резание требует меньших затрат энергии, чем дробление, вследствие чего при разработке новых машин целесообразно использовать ножевые измельчающие аппараты, работающие по принципу резания. В качестве одного из вариантов решения указанной проблемы предлагается универсальная схема измельчителя грубых кормов в тюках и рулонах со шнековым рабочим органом, по периферии витков которого установлены сегментные ножи [2].

Рассматривая шнековый измельчающий рабочий орган для грубых кормов в тюках и рулонах, можно увидеть весомое преимущество перед другими в том, что он является одновременно измельчителем и транспортером для измельченной массы.

На рис. 1 отображена предлагаемая конструкция шнекового измельчителя грубых кормов.

Для обоснования параметров конструкции шнекового рабочего органа проводилось исследование физико-механических свойств грубых кормов. По его результатам было установлено, что значения статических коэффициентов трения сенажа без дополнительного давления уменьшаются с повышением чистоты обработки стальных поверхностей, а на торцевом срезе они ниже, чем на свободной поверхности. С увеличением влажности сенажа значения коэффициента тре-

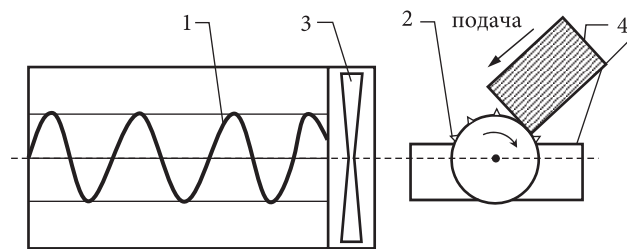


Рис. 1. Схема шнекового измельчителя  
1 – шнек; 2 – ножевой элемент; 3 – крыльчатка;  
4 – измельчаемый материал

ния возрастают. Рост коэффициента трения на торцевой поверхности объясняется увеличением шероховатости поверхности среза после прохода ножа. При увеличении влажности более 65...70 % наступает жидкостное трение и значение коэффициента снижается.

Для соломы статические коэффициенты трения также уменьшаются с повышением чистоты обработки стальных поверхностей, но на торцевом срезе они выше, чем на свободной поверхности. Это объясняется тем, что на срезе стеблей отсутствует гладкая боковая поверхность, и в сечении преобладает торцевая волокнистая часть, для которой коэффициент трения выше.

Наибольшие значения коэффициентов трения наблюдаются у сена люцерны, наименьшие – у соломы озимой пшеницы.

Также проводились исследования по определению сопротивления сенажных монолитов резанию, а именно – зависимость усилия на перерезание от угла заточки ножа, угла его установки и скорости резания [3].

Проведенные опыты показали, что наименьшее сопротивление резанию грубых кормов имеет место при угле заточки ножа 0,21 рад. Однако, исходя из условий прочности лезвия, применение ножей с углом заточки менее чем 0,21 рад нецелесообразно. Результатами исследований установлено, что оптимальным углом заострения без учета трансформации следует считать угол, равный 0,44 рад.

Для упрощения конструкции измельчителя-транспортера была выбрана схема безподпорного резания. Для предварительного уплотнения слоя стеблей в зоне резания необходимо ограничить свободное их поступление в межвитковое пространство шнека. Техническим решением такой задачи принято устройство подвижной опорной зоны в виде стальной полосы, закрепленной на навивке шнека в плоскости образующих цилиндрической поверхности. При этом процесс измельчения протекает под собственным весом из-

мельчаемого тюка или рулона, т.е. без давления извне, а величина уплотнения слоя стеблей в зоне резания может регулироваться изменением угла подачи прессованного материала к рабочему органу.

По результатам теоретических и экспериментальных исследований установлены оптимальные режимы работы измельчителя, исходя из технологических и зоотехнических требований к степени измельчения грубых кормов,

Установлено, что наиболее интенсивно энергопотребление процесса возрастает при увеличении скорости резания, а следовательно и скорости скольжения уплотняющей полосы по поверхности тюка. С увеличением скорости резания (частоты вращения шнекового рабочего органа) с 10 до 14 м/с процесс смещается в область оптимума, так как устойчивое измельчение стеблей имеет место как в зоне уплотнения, так и за счет перерезания отдельных стеблей влёт. С увеличением скорости резания свыше 15 м/с транспортирующая способность измельчителя возрастает пропорционально, что приводит к снижению эффекта измельчения в зоне транспортирования.

Увеличение угла подачи материала к рабочему органу (усилия подачи) обеспечивает линейное снижение средней длины резки – увеличение степени измельчения и пропорциональное увеличение затрат энергии, что согласуется с основными положениями теории измельчения стебельных кормов академика Горячкина. С увеличением угла, а следовательно и усилия подачи, растут и производительность, и плотность в зоне резания. Поэтому регулировкой именно данного фактора целесообразно и удобно устанавливать требуемую длину резки.

## Литература

1. Правила по охране труда в сельском хозяйстве. – СПб.: ДЕАН, 2017. – 112 с.
2. Пат. 2261580, Российская Федерация. Рабочий орган погрузчика кормов / А.М. Семенихин, М.А. Тищенко, Ю.А. Хлебов, А.В. Рамзаев. 10.10.2005, Бюл. № 25.
3. Рамзаев А.В. Параметры и режимы работы шнекового измельчителя-транспортера прессованных грубых кормов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Зерноград, 2008. 20 с.

### The Use of Multifunctional Machines to Improve Working Conditions when Processing Pressed Roughage in the Conditions of Farms

*A.V. Ramzaev, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Safety of technological processes and production» of the Don State Technical University; Rostov-on-Don*

*e-mail: Sandr03@yandex.ru*

**Summary.** The article discusses issues of the state of labor protection in animal husbandry during feed preparation, justifies the need to use multifunctional machines for preparing rough feeds, proposes a screw grinder design – a conveyor of pressed rough feeds indicating the optimal operating modes established as a result of analytical and experimental studies.

**Keywords:** animal husbandry, working conditions, mechanization of work, the severity of labor, injuries, multifunctional machines, physics-mechanical properties, screw grinder-conveyor.

#### References:

1. Rules on labor protection in agriculture. DEAN. St. Petersburg, 2017. 112 p.
2. Semikhin A.M., Tishchenko M.A., Khlebov Yu.A., Ramzaev A.V. Patent RF, no. 2261580, Bulletin No. 25, 10.10.2005
3. Ramzayev A.V. Parameters and operating modes of a shnekovy grinder-conveyor of the pressed rough forages: abstract of the dissertation of a candidate of technical sciences. Zernograd, 2008. 20 p.



# ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС ПРОГРАММЫ «100 ЛУЧШИХ ТОВАРОВ РОССИИ» ОБЛАДАТЕЛИ ВЫСШИХ НАГРАД 2018 ГОДА

ООО «СВЕТЛОЯР»  
Продовольственные товары  
КОСТРОМСКАЯ ОБЛАСТЬ



ОАО «ТВЕРСКОЙ  
ВАГОНОСТРОИТЕЛЬНЫЙ  
ЗАВОД»  
Продукция  
производственно-технического  
назначения  
ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ



ПАО «УФАОРГСИНТЕЗ»  
Продукция  
производственно-технического  
назначения  
РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН

ДВИГАТЕЛЬ  
АВИАЦИОННЫЙ  
ПС-90А  
АО «ОДК-ПЕРМСКИЕ  
МОТОРЫ»



АО «АРХАНГЕЛЬСКИЙ  
ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫЙ  
КОМБИНАТ»  
Продукция  
производственно-технического  
назначения  
АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ



АО «ЗЕЛЕНОДОЛЬСКИЙ ЗАВОД  
ИМЕНИ А.М. ГОРЬКОГО»  
Продукция производственно-технического  
назначения  
РЕСПУБЛИКА ТАТАРСТАН



АО «КОНСЕРВНЫЙ ЗАВОД  
«САРАНСКИЙ»  
Продовольственные  
товары  
РЕСПУБЛИКА МОРДОВИЯ



## Группы специальностей журнала:

- **Машиностроение  
и машиноведение (05.02)**
- **Транспорт (05.22)**
- **Безопасность  
деятельности  
человека (05.26)**

