

Научно-производственный и культурно-образовательный журнал



2018 Quality and life

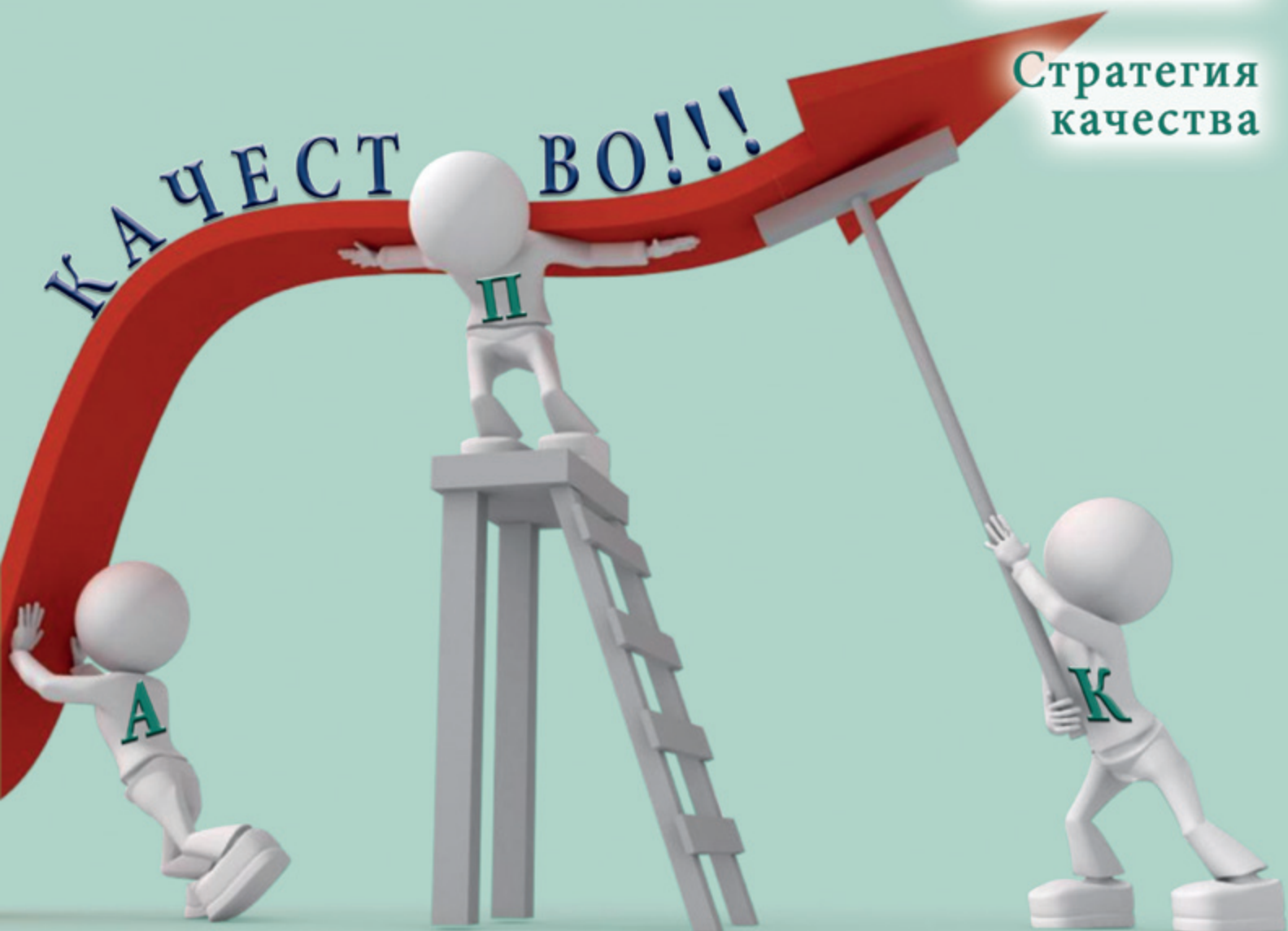
КАЧЕСТВО и ЖИЗНЬ

Никакое дело нельзя хорошо сделать, если неизвестно, чего хотят достигнуть

А.С. Макаренко

ТЕМА НОМЕРА:

Стратегия
качества



3



Межрегиональная общественная организация «Академия проблем качества»

Юбилейная конференция

декабрь 2018

Москва

На предстоящей конференции будут подведены итоги двадцатипятилетия и определены дальнейшие пути развития Академии.

На конференции будет также проведена торжественная процедура награждения членов Академии, внесших существенный вклад в ее развитие и имеющих существенные теоретические и практические разработки в сфере решения актуальных проблем качества жизни.

Завершит конференцию традиционно награждение товаров и товаропроизводителей высшими призами Всероссийского конкурса Программы «100 лучших товаров России».



В работе конференции примут участие делегаты отделений Академии, ведущие ученые и специалисты, представители исполнительной власти, руководители предприятий и организаций регионов страны.



СОДЕРЖАНИЕ

Учредители:

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

КАЧЕСТВО И ЖИЗНЬ

Научно-производственный
культурно-образовательный журнал

2018 № 3(19)

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.; О.А. Горленко, д.т.н., проф.;
Ю.А. Гусаков, 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. Крынев, д.филос.н., проф.;
В.И. Кулайкин, к.п.н.; В.П. Марин, д.т.н., проф.;
А.М. Муратшин, д.т.н.; В.В. Окрепилов, д.э.н.,
проф., акад. РАН; Г.В. Панкина, д.т.н., проф.;
М.А. Погосян, д.т.н., доцент; М.Л. Рахманов, д.т.н.,
проф.; А.А. Рыжкин, 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.; О.А. Горленко, д.т.н.,
проф., засл. деятель науки РФ; 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»
Ленинский просп., д. 9, Москва, 119049
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 15.09.2018

Бумага мелованная. Заказ № 239789

Формат 60×90/8

Гарнитура PragmaticaC, 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., Жетесова Г.С., Ахметжанова А.

Новые подходы к формированию модели качества3

Boytsov B.V., Getesova G.S., Akhmetzhanova, A.

New Approaches to Formation of a Quality Model

Бойцов Б.В., Жетесова Г.С., Смирнова Г.М., Готтинг В.В.

Проектирование образовательных программ на основе

Национальной рамки квалификации и профессиональных

стандартов7

Boytsov B.V., Getesova G.S., Smirnova G.M., Gotting V.V.

Designing Educational Programs on the Basis of the National Qualification Framework and Professional Standards

Шишкин И.Ф., Хамханова Д.Н., Шарапова С.М.

Исследование свойств нетранзитивных включений в результатах

экспертных измерений13

Shishkin I.F., Khamkhanova D.N., Sharapova S.M.

Investigation of the Properties of Nontransitive Inclusions in the Results of Expert Measurements

Высоцкая М.В., Хрящева Д.В., Орлова С.И., Цыман В.Н.,

Русских И.В., Шуршев М.А.

Улучшение процесса испытаний на герметичность современными

методами управления качеством16

Vysotskaya M.V., Khryashcheva D.V., Orlova S.I., Tsyman V.N., I.V. Russkikh, Shurshev M.A.

Improvement of the Leak Testing Process with Modern Quality Management Methods

Клюшник И.Д., Ярмоленко В.А.

Установка для исследования процесса резания угля в режимах

с постоянной скоростью резания и с постоянным

силовым воздействием25

Klushnik I.D., Iarmolenko V.A.

Installation for Research of Coal Cutting Process in Regimes with Constant Cutting Speed and with Constant Power Exposure

Абросимов И.П., Белоусов В.Е., Поцбенева И.В.

Эвристический алгоритм распределения ресурсов

для циклических сетевых моделей28

Abrosimov I.P., Belousov V.E., Potsebeneva I.V.

Heuristic Algorithm of Distribution of Resources for Cyclic Network Models

Смирнова О.Е., Бобров Н.С.

Применение риск-ориентированного подхода в производстве

железобетонных изделий33

Smirnova O.E., Bobrov N.S.

Application of Risk-Oriented Approach in Production of Reinforced Concrete Products

Спиридонова А.А., Хомутова Е.Г.

Методические аспекты разработки обзора качества лекарственных

препаратов в соответствии с требованиями GMP40

Spiridonova A.A., Khomutova E.G.

Methodological Aspects of the Development of a Review of the Quality of Drugs in Accordance with the Requirements of GMP

АВИАЦИЯ

Горбунов В.П. Системно-интегральная методология при исследовании принципов бизнес-моделирования низкобюджетных авиакомпаний	45
Gorbunov V.P. System – Integral Methodology for Researching the Principles of Business Modeling of Low Cost Airlines	
Крееренко О.Д., Крееренко Е.С. Особенности качественного управления процессом разделения летательных аппаратов – синергетический подход	52
Kreerenko O.D., Kreerenko E.S. Features of High-Quality Management of Process of Division of Aircraft – Synergetic Approach	

АВТОТРАНСПОРТ

Демахина Е.С., Поготовкина Н.С., Никитин Е.А., Пархоменко В.А. Социально-экономические последствия аварийности на автомобильных дорогах в Российской Федерации	61
Demakhina E.S., Pogotvokina N.S., Nikitin E.A., Parkhomenko V.A. Social and Economic Consequences of Accident Rate on Highways in the Russian Federation	
Касьянов В.Е., Косенко Е.Е., Косенко В.В., Котесова А.А., Хван Р.В. Исследование эксплуатационной надежности автомобилей при замене параметра сдвига распределения ресурса деталей закона Вейбулла	65
Kasianov V.E., Kosenko E.E., Kosenko V.V., Kotesova A.A., Khvan R.V. Investigation of Operational Reliability of Cars when Replacing the Parameter of the Discharge of Resource Distribution of Parts of the Weibull Law	
Касьянов В.Е., Косенко Е.Е., Косенко В.В., Котесова А.А., Хван Р.В. Влияние генеральных совокупностей конечного объема на эксплуатационную надежность автомобилей при единичном и серийном производствах	69
Kasianov V.E., Kosenko E.E., Kosenko V.V., Kotesova A.A., Khvan R.V. Influence of Populations of Final Volume on Operational Reliability of Cars by Single and Serial Productions	
Мещеряков В.М., Топилин И.В., Косенко Е.Е., Косенко В.В., Копылов Ф.С. Виды сварки, применяемые при соединении элементов кузовов автомобилей	74
Mescheryakov V.M., Topilin I.V., Kosenko E.E., Kosenko V.V., Kopilov F.S. The Types of Welding Applied at Connection of Elements of Car's Bodies	
Подзоров А.В. Формирование технико-эксплуатационных показателей ведомственного парка специальных транспортных средств	79
Podzorov A.V. Formation of Technical and Operational Indicators of the Department Park of Special Equipment	

БЕЗОПАСНОСТЬ

Пархомчук Д.С. Опыт анестезиологического обеспечения пострадавших на догоспитальном этапе	82
Parkhomchuk D.S. Experience of the Anesthesiological Support of the Suffered at the Dospital Stage	
Лустгартен Т.Ю. Условия труда официанта	88
Lustgarten T.Yu. Working Conditions of the Waiter	
Галкина Е.Е., Дайнов М.И., Малько Л.И. Экологическая ответственность бизнеса и открытая отчетность как факторы, влияющие на конкурентоспособность продукции на рынке	92
Galkina E.E., Daynov M.I., Malko L.I. Ecological Responsibility of Business and the Open Reporting as the Factors Influencing Competitiveness of Production in the Market	



Новые подходы к формированию модели качества

Б.В. Бойцов

д.т.н., профессор, научный руководитель кафедры 104 «Технологическое проектирование и управление качеством» Московского авиационного института (НИУ); 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

А. Ахметжанова

магистр техники и технологии; Москва

Аннотация. В статье рассматриваются исторические аспекты трансформации университетов из образовательных и научно-исследовательских учреждений в структуры новой формации, реализующие широкий спектр функций и обладающие существенным конкурентным преимуществом в условиях тесного взаимодействия с бизнесом и государственными структурами, что позволяет обеспечить формирование инновационной сбалансированной модели ESM на основе коллективной ответственности.

Ключевые слова: университет, качество, модель ESM, коллективная ответственность.

Основные три институциональные сферы – университеты, бизнес и государство – имеют свои традиционные миссии, но начинают играть новую роль, выполняя функции других институциональных сфер. Выступая в качестве равного институционального партнера вместе с бизнесом и государством, университеты являются одним из элементов в модели «Образование – Наука – Производство» (ESM) и занимают лидирующие позиции в обществе, основанном на знаниях. Именно университеты становятся центрами, генерирующими технологии и новые формы предпринимательства, оставляя за собой, естественно, и научные исследования.

С XVIII в. бизнес и государство считались гораздо более значимыми институтами. В ходе нашего развития и перехода к обществу, основанному

на знаниях, университеты начинают играть более важную роль.

Университеты со времен Средневековья прошли в своем развитии несколько этапов от строго образовательного учреждения. В определенный момент проведение научных исследований стало частью деятельности университетов. Научно-исследовательская работа появилась в университете, когда была организована обучающая лаборатория, в которой студенты выполняли инструкции и рекомендации профессоров по созданию новых химических соединений. Иногда в рамках таких лабораторных работ создавались новые знания, которые имели перед собой значимые перспективы. Это модернизировало традиционный процесс обучения и впоследствии превратилось в модель.

К XX в. университеты стали приобретать новые функции – создание новых предприятий. В США такие функции появились в Гарвардском университете и Массачусетском технологическом институте, где компании были созданы для производства научно-исследовательского оборудования и инструментов, так как существовавшие при университетах лаборатории были не в состоянии выполнить заказ на производство оборудования, изобретенного в этих университетах. Позже этот принцип был использован для организации фирм при университетах в области радиоэлектроники. Данная тенденция в 1930-х гг. стала новым образцом для развития экономики.

Университеты стали не только привлекать крупные компании для размещения их подразделений, но и создавать малые и средние предприятия для развития мощностей и усовершенствования оборудования. Так появилась новая технология создания при университетах компаний, основанных на результатах научных исследований. Это стало явным доказательством выполнения университетами новых функций.

Трансформация университетов из образовательных и научно-исследовательских учреждений в предпринимательские сопровождается гибридизацией их миссий.

В контексте социального и экономического развития новая миссия университетов очень часто фокусируется на развитии какого-то специфического ресурса в регионе или на каком-то особом изобретении, которое является результатом исследовательской работы университета. Если более широко взглянуть на такую деятельность, то мы увидим, какую роль университет совместно с биз-

несом и государством играет для развития экономики региона.

В реализации традиционной образовательной миссии университета происходит переход от индивидуалистского подхода в образовании к групповому принципу работы, т.е. к коллективной ответственности. Примером может служить Папский католический университет Рио-де-Жанейро, выпускниками которого являлись не отдельные индивиды, а компании из университетского инкубатора. На выпускной церемонии руководитель каждой компании рассказывал обо всех достижениях своей фирмы за время ее пребывания в университетском инкубаторе. Подобный процесс жизнедеятельности инкубатора не только привносит свой вклад в социально-экономическое развитие региона, но также является важной составляющей и образовательного процесса. В инкубаторе учат тому, как группа людей в ходе совместной работы может создать организацию. В Бразилии инкубаторы выпускают не только компании, которые нацелены на коммерциализацию результатов университетских научных исследований, но и организации, которые работают в традиционных отраслях. Они включают в себя не только коммерческие фирмы, но и творческие коллективы, различные объединения, способствующие экономическому развитию. Инкубаторы в Бразилии, в отличие от других стран, играют очень важную роль в социальном развитии государства.

Подобное развитие университетов в США проходило при особых условиях. В США это была среда с высокой концентрацией университетов. Для совместной успешной работы и разрешения существующих проблем в регионе требуются не просто директивы со стороны государства, а совместное сотрудничество и желание работать всех институциональных сфер – государства, бизнеса и университетов. Именно в этом контексте в свое время президент Массачусетского технологического института Карл Комптон предложил модель развития на основе компаний, которые создаются вокруг университета. Согласно этой модели, деятельность научных организаций должна быть сконцентрирована вокруг существующих проблем региона.

В 1920–30-х гг. в штате Массачусетс наблюдалась экономическая депрессия, которая в этом регионе началась раньше, чем в целом по США. Для того чтобы решить эту проблему, политические власти региона созвали на общий совет основных игроков – руководителей крупных предприятий. В результате диалога стало очевидно, что и университеты в этом регионе играют важную роль. Поэтому в обсуждении уже принимали участие три игрока: власть, университеты, предприятия.

Штат Массачусетс, в котором начался этот процесс, находился далеко от источников сырья,

от рынков сбыта, промышленность приходила в упадок. Модель Комптона была перспективна, но не сразу принесла результаты. После провала эксперимента был проведен анализ существующих проблем в регионе. В результате Массачусетского эксперимента выяснилось, что далеко не все преподаватели могут вести предпринимательскую деятельность самостоятельно, им нужна определенная поддержка. Для открытия новых фирм недостаточно консультаций со стороны бизнеса. В регионах были крупные финансовые ресурсы, сконцентрированные в банках и страховых компаниях. Для того чтобы преподаватели могли организовывать такие фирмы, правительству пришлось пойти на внесение поправок в законодательство, поскольку существующие на тот момент законы не позволяли использовать уставной капитал для открытия венчурных фирм. Но эти фирмы создавались не просто для того, чтобы зарабатывать деньги, а с целью развития промышленности и экономики региона. Соответственно, фирма создавалась с расчетом на перспективу. Положительным моментом было наличие большого числа университетов, а также тесных связей с банками и страховыми компаниями.

В итоге появилось новое понятие – «фирмы венчурного капитала», первая из которых «*American Research and Development Group*» была создана в 1946 г.

Венчурным фирмам пришлось еще десятилетие дожидаться всеобщего признания. Первые венчурные инвестиции стали успешными, когда появился первый успешный исследовательский проект, связанный с технологиями, использованными во время Второй мировой войны.

В MIT был создан симулятор для пилотов-бомбардировщиков с программным обеспечением. И только после войны ученые поняли, что создали не софт, а миникомпьютер. Это было начало индустрии по производству миникомпьютеров, которая сформировалась в начале 1950-х гг. Этот опыт был перенесен в Северную Калифорнию, что сыграло свою особую роль в развитии Силиконовой долины. Именно в этой модели происходит становление и развитие предпринимательского университета.

Здесь надо говорить именно об университетах, а не о других организациях, подразделениях, ответственных за производство знаний. В университетах сконцентрирована молодежь – студенты, что наделяет эти институты уникальной особенностью и важным конкурентным преимуществом. Сама организационная структура и природа университетов постоянно поддерживает движение человеческих ресурсов: в университет приходят новые студенты со своими идеями. Оканчивая университеты, они начинают работать на благо общества, с которым они делятся своими знаниями. Университеты являются наиболее гибкими среди всех из-

вестных нам институтов с точки зрения генерации и распространения знаний.

Университеты занимаются образованием и научными исследованиями, но также вносят свой вклад в развитие экономики, что всегда считалось прерогативой бизнеса. Это происходит через создание новых компаний в университетских инкубаторах. Аналогично, бизнес совершенствует свои образовательные структуры и частично выполняет функции университетов, оказывая образовательные услуги. Традиционная роль государства – установление норм и правил игры, а также регулирование жизни нашего общества. Теперь же государство создает фонды для обеспечения финансирования нового бизнеса, начиная, таким образом, выполнять функции самого бизнеса.

Существуют разные пути эволюции организационных институциональных форм для достижения соответствующего сбалансированного взаимодействия институциональных сфер.

Первый вариант – модель административно-командного общества, как, например, в Мексике, где главенствующую институциональную роль выполняет государство (рис. 1). Государство доминирует, играет лидирующую роль и направляет другие институты в их деятельности. Инициативы в таком обществе организованы по принципу движения сверху вниз. Традиционно в такой модели университетам отводится второстепенное место, они выполняют свою образовательную функцию, обучая индивидов для работы в других институциональных сферах. В СССР такая модель позволяла реализовывать большие проекты командно-административным методом мобилизации ресурсов. Эта модель может способствовать достижению существенных результатов, но также имеет и свои минусы, так как наблюдается недостаток инициатив от других институциональных сфер.

Второй вариант – модель организации рыночного общества, в которой университеты, бизнес и государство обособлены друг от друга (рис. 2). Каждая институциональная сфера функционирует самостоятельно. Университеты в этой модели предоставляют образовательные услуги и занимаются научными исследованиями, они не имеют никакого отношения к бизнесу. Компании в своем взаимодействии связаны только рыночными отношениями. Государство может вмешиваться лишь для того, чтобы компенсировать провалы рынка. В данной модели пред-

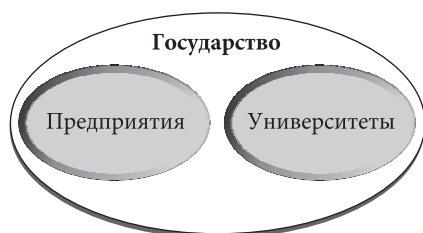


Рис. 1. Административно-командная модель

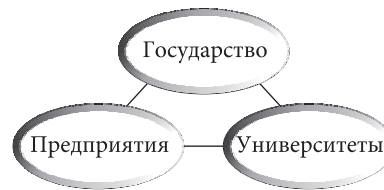


Рис. 2. Рыночная модель

принимательство участвует как индивидуальная деятельность. Однако известно, что для создания высокотехнологичных предприятий деятельности одного индивида будет недостаточно. Такие компании появляются благодаря сотрудничеству нескольких человек. В целом считается, что в США реализуется именно этот вариант модели тройной спирали.

Сегодня нельзя делать ставку только на административно-командную модель или на рыночную модель. Необходима гибридная модель, где важен консенсус как один из фундаментальных столпов данной модели. Безусловно, нельзя лишь копировать чужие модели, их надо адаптировать. Здесь требуется выработка идеи в консенсусе. В Казахстане, например, должно быть что-то гибридное – то, что многие регионы, компании, университеты посчитают наиболее продуктивным. Регионы Казахстана также должны учить друг друга. Самый лучший способ для этого – найти место, где это можно было бы делать совместно. Например, такой площадкой могла бы стать Ассоциация модели ESM. Это дало бы платформу для диалога между регионами и университетами о том, как дальше двигаться в развитии инновационной экономики в гибридной модели.

Сегодня наблюдается сближение институциональных сфер, когда они начинают взаимодействовать, частично перекрывая друг друга. Каждая институциональная сфера выполняет не только свои институциональные функции. Именно там, где институциональные сферы частично перекрывают друг друга, встречаются люди и генерируются новые идеи: так появляются инновации. Таким образом, подобная модель становится сбалансированной. Институциональные сферы выполняют свои традиционные роли, но также приобретают новые функции (рис. 3).

В отличие от административно-командной модели в модели ESM государство меньше контролирует другие институциональные сферы, чтобы позволить инициативам исходить от участников этих институциональных сфер. С другой стороны, государство начинает играть более активную роль в продвижении инноваций, нежели это происходит в рыночной модели. Таким образом, от разных отправных точек происходит движение к более сбалансированной модели.

Учитывая представленные выше положения, можно сказать, что инновационное развитие по модели ESM включает в себя три основных элемента:

- в обществе, основанном на научном знании, характерно усиление роли исследовательских уни-

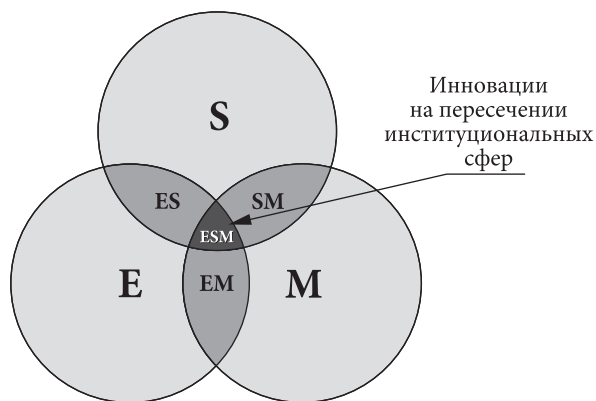


Рис. 3. Модель ESM на основе коллективной ответственности

верситетов во взаимодействии с производством и правительством;

- три института (исследовательский университет, предприятия, государство) стремятся к сотрудничеству, при этом, инновационная составляющая происходит из данного взаимодействия, а не по инициативе государства;

- в дополнение к традиционным функциям, каждый из трех институтов частично берет на себя роль другого. Институты, способные выполнять нетрадиционные функции, считаются наиважнейшим источником инноваций.

Таким образом, модель ESM предполагает, что именно университеты становятся центрами, генерирующими технологии и новые формы предпринимательства, оставляя за собой, естественно, и научные исследования, а также показывает включение во взаимодействие определенных институтов на каждом этапе создания инновационного продукта.

В основе модели ESM лежит понятие активного гражданского общества, когда граждане могут создавать группы и заниматься различного рода деятельностью, а также продвигать новые идеи в свободной и творческой среде.

Литература

1. Тагунова И.А. Развитие педагогического знания в науке и образовании. Материалы XXVII сессии Научного совета по проблемам истории образования и педагогической науки Российской академии образования / под редакцией М.В. Богуславского. М. -Тверь: Научная книга. – 2011. – 432 с.
2. Алиакберова А.Э. Развитие государственно-частного партнерства в области образования как фактор повышения конкурентоспособности российской экономики в условиях глобализации / Потенциал и перспективы России в условиях глобализации. – 2011. – С. 102.
3. Кочетков Г.Б. США: Новая роль университетов в экономике, основанной на знаниях / США – Канада. Экономика, политика, культура. – 2007. – № 7. – С. 3–20.

4. Актуальные вопросы современного университетского образования. – СПб.: Изд-во РГПУ. – 2005. – 347 с.

5. Ash M. Bachelor of what, master of whom? The Humboldt Myth and historical transformations of higher education in German-Speaking Europe and the US // European Journal of Education. 2006. № 41. P. 245–267.

6. Clark B.R. Creating Entrepreneurial Universities: Organizational Pathways of Transformation. New York: Pergamon Press, 1998. P. 19–23.

7. Brint S. The Future of the City of Intellect: The Changing American University. Stanford, CA: Stanford University Press, 2002. P. 18–20.

8. Geiger R. Research and Relevant Knowledge: American Research Universities since World War II. New York, NY: Oxford University Press, 2002. P. 63–77.

9. Jayasurya K. Globalization and the changing architecture of the state: the regulatory state and the politics of negative co-ordination // Journal of European Public Policy. Vol. 8, № 1, 2001. P. 101–123.

10. Florida R. The Role of the University: Leveraging Talent, Not Technology // AAAS Science and Technology Policy Yearbook 2000. Wash. (DC): AAAS, 2000. P. 363–373.

11. Lynch R. Pawns of the state or priests of democracy? Analysing professors academic freedom rights within the state's managerial realm // California Law Review. 2003. № 91. P. 1061–1108.

New Approaches to Formation of a Quality Model

B.V. Boytsov, doctor of technical sciences, professor, scientific adviser 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

A. Akhmetzhanova, master of the equipment and technology; Moscow

Summary. In article historical aspects of transformation of the universities from educational and research establishments in the structures of a new formation which are realizing a wide range of functions and having essential competitive advantage in the conditions of close interaction with business and state structures that allows to provide formation of the innovative balanced ESM model on the basis of collective responsibility are considered.

Keywords: university, quality, ESM model, collective responsibility.

References:

1. Tagunova I.A., Boguslavsky M.V. Development of pedagogical knowledge in science and education.



Materials of the XXVII session of Scientific Council on problems of history of education and pedagogical science of the Russian Academy of Education. The scientific book. Moscow - Tver, 2011. 432 p.

2. Aliakberova A.E. Development of public-private partnership in the field of education as a factor of increasing competitiveness of the Russian economy in the context of globalization. *Potential and prospects of Russia in the conditions of globalization*. 2011. p. 102.

3. Kochetkov G.B. USA: The new role of universities in an economy based on knowledge. *Economics, politics, culture. The USA - Canada*, 2007, No. 7. pp. 3–20.

4. Topical questions of modern university education. *Publishing house of the Russian State Pedagogical University*. Saint-Petersburg, 2005. 347 p.

5. Ash M. Bachelor of what, master of whom? The Humboldt myth and historical transformations of higher education in German-Speaking Europe and the US. *European Journal of Education*. 2006, No. 41. pp. 245–267.

6. Clark B.R. Creating entrepreneurial universities: Organizational pathways of transformation. *Pergamon Press*. New York, 1998. pp. 19–23.

7. Brint S. The Future of the city of intellect: The changing american university. *Stanford University Press*. 2002. pp. 18–20.

8. Geiger R. Research and relevant knowledge: American research universities since World War II. *Oxford University Press*. New York, 2002. pp. 63–77.

9. Jayasurya K. Globalization and the changing architecture of the state: the regulatory state and the politics of negative co-ordination. *Journal of European Public Policy*. Volume 8, No. 1, 2001. pp. 101–123.

10. Florida R. The Role of the university: Leveraging Talent, Not Technology. *AAAS Science and Technology Policy Yearbook 2000. AAAS 2000*. pp. 363–373.

11. Lynch R. Pawns of the state or priests of democracy? Analysing professors academic freedom rights within the state's managerial realm. *California Law Review*. 2003, No. 91. pp. 1061–1108.

Проектирование образовательных программ на основе Национальной рамки квалификации и профессиональных стандартов

Б.В. Бойцов

д.т.н., профессор, научный руководитель кафедры 104 «Технологическое проектирование и управление качеством» Московского авиационного института (НИИУ); 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

Г.М. Смирнова

к.пед.н., доцент, директор Центра инженерной педагогики Карагандинского государственного технического университета; Республика Казахстан, г. Караганда

В.В. Готтинг

к.пед.н., доцент, заведующий кафедрой «Профессиональное образование и педагогика» Карагандинского государственного технического университета; Республика Казахстан, г. Караганда

Аннотация. В статье отражены особенности применения компетентностного подхода при проектировании образовательных программ высшего образования с учетом требований рынка труда с целью повышения качества образования и конкурентоспособности выпускников.

Ключевые слова: компетентностный подход, качество, квалификация, образовательная программа, профессиональный стандарт.

В Республике Казахстан с 2014 г. в целях повышения академической свободы и мобильности вузов, позволяющей учитывать особенности рынка труда конкретного региона, расширено право вузов в определении содержания образовательных программ бакалавриата до 55%, магистратуры до 70%, докторантуры до 90%. При разработке программ должно учитываться мнение не только академического состава и студентов, но и работодателей и представителей отраслевых ассоциаций.

Такие образовательные программы предполагают комплексное освоение умений и знаний в рамках формирования конкретной компетенции, обеспечивающей выполнение конкретной трудовой функции, отражающей требования рынка труда.

В настоящее время система образования Республики Казахстан продолжает успешный переход от знаниевой парадигмы к компетентностному подходу.

В современном образовании компетентностный подход является одним из способов достижения нового качества образования. Он не отрицает традиционного значения формируемых в процессе

обучения знаний, умений и навыков. Он раскрывает перспективы для улучшения качества подготовки на основе самооценки личности будущего специалиста и личностно-ориентированных подходов посредством установления обратной связи учебного заведения с рынком труда, расширения базы целеполагания, конкретизации учебных целей, альтернативной организации и технологизации учебного процесса.

Новый тип экономики вызывает новые требования, предъявляемые к выпускникам учебных заведений, среди которых все больший приоритет получают требования системно организованных интеллектуальных, коммуникативных, рефлексивных, самоорганизующих, моральных начал, позволяющих успешно организовывать деятельность в широком социальном, экономическом, культурном контекстах.

Причины и факторы, обусловившие сдвиг в профессиональном образовании от квалификационного подхода к компетентностному, позволили систематизировать их и акцентировать внимание на наиболее значимых сегодня тенденциях:

- существенные изменения в содержании деятельности практически во всех профессиях;
- возрастание роли горизонтальной мобильности в течение трудовой жизни;
- внедрение «рыночных механизмов» в высшее профессиональное образование;
- децентрализация экономической ответственности и ответственности за качество работы;
- формирование и развитие адекватной системы профессионального образования всех уровней и ступеней, позволяющей обеспечивать «образование в течение всей жизни».

Традиционное понятие профессиональной квалификации уже не может полноценно отражать усиление когнитивных и информационных тенденций в современном производстве. Более адекватным становится понятие компетентности.

Сегодня в условиях модернизации профессионального образования *компетентностный подход провозглашается как одно из концептуальных положений обновления содержания образования.*

Компетентностный подход – это приоритетная ориентация на цели- векторы образования: обучаемость, самоопределение, самоактуализация, социализация и развитие индивидуальности. В качестве инструментальных средств достижения этих целей выступают принципиально новые образовательные конструкты: компетенция, компетентность, метапрофессиональные качества.

В странах Европы применение компетентностного подхода в профессиональном образовании понимается как способность демонстрировать работу, отвечающую некоторым стандартам, владение определенным мастерством, с учетом психологи-

ческого аспекта личной эффективности. В Великобритании, например, в 1980-х гг. значительно возрос дефицит квалифицированной рабочей силы, что побудило правительство сформулировать новый подход к профессиональному образованию на основе компетентностей. Впоследствии он сыграл важную роль при разработке образовательных моделей и в других странах. Определение компетентности в профессиональных квалификациях было расширено, ее стали рассматривать как способность применять знания и навыки в соответствии с требуемыми стандартами. В настоящее время в Великобритании разработаны профессиональные стандарты, в которых компетентностный подход позволил согласовать требования образовательных стандартов с требованиями работодателей.

Некоторыми особенностями отличается реализация компетентностного подхода во Франции (внедрение с 80-х гг.). Изначально здесь вводится право граждан на независимую оценку компетенций как возможность индивидуального развития в пределах выбранной профессии. Правительство начинает реализацию проекта «Объективные компетенции» на основе компетентностного подхода, поддерживаемого Ассоциацией работодателей отраслей тяжелой промышленности, что обуславливает возрастание интереса научных кругов к проблеме компетенций. Французский подход основывается на особенностях национальной культуры и представляет собой триаду компетентностных аспектов: знания, функциональные и поведенческие компетенции.

В Германии с 1996 г. в системе образования принят подход «компетенции действия». Каждый новый учебный план профессионального обучения предваряет стандартная типология компетенций, в которой тщательно разработаны профессиональные компетенции действия, личностные и социальные компетенции:

- компетенции сферы деятельности – способность и готовность на основе предметных знаний и навыков выполнять определенные задачи, решать проблемы и оценивать результаты в соответствии с поставленными целями;
- личностные компетенции – готовность и способность развивать собственные навыки, выбирать и реализовывать жизненные планы;
- социальные компетенции – способность создавать и поддерживать отношения, взаимодействовать с другими людьми на основе принципов социальной ответственности и солидарности.

В данное время в Германии разработаны компетенции для 350 профессиональных профилей.

В настоящее время реализация целостного подхода к компетенциям становится все более распространенной в Европе, он является одним из средств синхронизации образовательного процесса с требованиями профессиональной практики.



В России разработке компетентностного подхода уделяется значительное внимание после вступления в европейское образовательное пространство. Переход на компетентностно-ориентированное образование был нормативно закреплён в 2001 г. в правительственной «Программе модернизации российского образования до 2010 года» и подтверждён в решении Коллегии Министерства образования и науки РФ «О приоритетных направлениях развития образовательной системы Российской Федерации» в 2005 г. В рамках Болонского процесса Россия взяла на себя обязательства присоединения, в том числе по компетентностному формату представления результатов профессионального образования. Компетентностный подход заключается в привитии и развитии у студентов набора ключевых компетенций, которые определяют его успешную самореализацию в профессии и обществе. В отличие от термина «квалификация», компетенции включают помимо сугубо профессиональных знаний и умений, такие качества, как инициатива, сотрудничество, способность к работе в группе, коммуникативные способности, умение учиться, оценивать, логически мыслить, отбирать и использовать информацию.

В Республике Беларусь переход системы образования к обучению, основанному на компетенциях, начался более 10 лет назад. Сегодня в Республике Беларусь образовательные стандарты высшего профессионального образования основываются на компетентностном подходе, что проявляется в описании требований к академическим, социально-личностным, профессиональным компетенциям специалиста.

По мнению Э.Ф. Зеера, **профессиональная компетентность** представляет собой совокупность профессиональных знаний, а также владение способами выполнения деятельности.

А.К. Маркова подходит к определению этого термина шире и различает **два вида профессиональной компетентности**: *специальную* (владение собственно профессиональной деятельностью, обладание способностью проектировать свое дальнейшее профессиональное развитие) и *социальную* (владение совместной профессиональной деятельностью, обладание социальной ответственностью за результаты своего профессионального труда).

Востребованность того или иного качества профессиональной компетентности определяется местом специалиста в должностной иерархии, которое в свою очередь связано со стажем работы по специальности и общим трудовым стажем, соответствием отрасли и типа трудовой деятельности, направлению обучения и полученной специальности.

Соотношение компетенции и компетентности в процессе профессиональной деятельности можно схематично представить следующим образом (рис. 1).

В первом варианте компетентность ниже компетенции. В этом случае работник не может зани-

мать определенную должность в виду отсутствия необходимых профессиональных знаний, умений и навыков. Данное состояние называется профессиональным (служебным) несоответствием. Работник нуждается в профессиональной доподготовке или повышении квалификации.

Во втором варианте компетентность соответствует компетенции. Такое состояние свидетельствует о полном профессиональном (служебном) соответствии.

В третьем варианте компетентность превышает компетенцию. Данная ситуация характеризуется невозможностью профессиональной самореализации личности в рамках данной должности. Достигнутый уровень компетентности требует представления новой должности или документального его оформления в виде присвоения соответствующего разряда, класса, категории [1].

Приведенный обзор дефиниций «компетенций» и их производных отражает многообразие нюансов и акцентов, на примере которых можно проследить происходящий общесистемный сдвиг образования от содержательно-знаниево-предметной парадигмы к новой ориентации на вооружение личности готовностью и способностью к эффективной жизнедеятельности в широком поле различных контекстов.

Сравнительный анализ формирования профессиональной компетентности при знаниевой парадигме и в условиях реализации компетентностного подхода схематично представлен на рис. 2.

Сегодня для описания интегрированного результата образовательного процесса уже недостаточно триады «знания – умения – навыки». Поэтому, в связи с изменением позиции цели и средств, ЗУНы переходят из итоговых в разряд промежуточных.

Окончание учебного заведения в условиях знаниевой парадигмы еще не дает специалиста, обладающего вполне удовлетворительной профессиональной пригодностью. До ее достижения требуется еще этап формирования профессиональной компетенции, обязательно включающий

Объем профессиональных знаний, умений и навыков

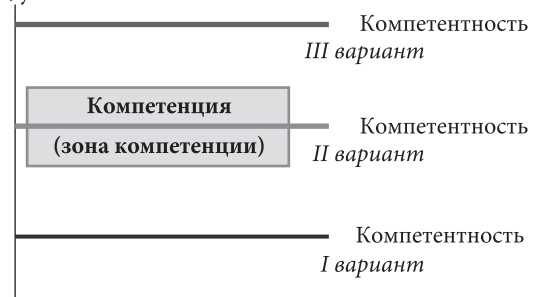


Рис. 1. Соотношение компетенции и компетентности в профессиональной деятельности



ПУЗ – профессиональные учебные заведения,

вуз – высшие учебные заведения (академии, институты, университеты),

ЗУН – знания, умения, навыки,

ПК – профессиональная компетентность,

ПМ – профессиональное мастерство

Рис. 2. Формирование ПК в сравнении: при знаниевой парадигме и в условиях реализации компетентного подхода

процесс профессиональной адаптации как к среде (вуз → производство) так и к новому статусу (студент → специалист). Обычно этот путь занимает не менее 3–5 лет, за этот период закрепляются умения и навыки, полученные в процессе обучения, и вырабатывается способность самостоятельно и достаточно быстро создавать алгоритмы решения профессиональных задач в соответствии с конкретными условиями. Таким образом, происходит приспособление, привыкание к требованиям профессии и выработка личностных характеристик, необходимых для успешной работы.

При знаниевой парадигме формирование профессиональной компетентности осуществлялось после окончания профессионального учебного заведения в условиях производства. В условиях реализации компетентного подхода профессиональная компетентность формируется в учебном заведении в рамках образовательной программы посредством ее построения на основании технологии модульного обучения. Эта технология предполагает комплексное освоение умений и знаний в рамках формирования конкретной компетенции, обеспечивающей выполнение конкретной трудовой функции, отражающей требования рынка труда.

В условиях реализации компетентного подхода состав компетенций/результатов обучения определяют:

- *работодатели*, предъявляющие требования к выпускнику вуза на основе большого количества факторов, которые влияют на качественную реализацию производственных программ;
- *преподаватели*, ведущие те или иные дисциплины, входящие в модуль, формирующий ту

или иную компетенцию на основе компетентности, опыта работы, творческой и инновационной деятельности, которая находит свое отражение в разработке и введении элементов нового содержания образования и оригинальных педагогических технологий, позволяющих повысить качество обучения в высшей школе;

- *и другие стейкхолдеры*, в числе которых могут быть отраслевые ассоциации, МТиСЗ Республики Казахстан, Министерство образования и науки Республики Казахстан, НПП, научные и другие организации.

Качественный состав компетенций будет определяться работодателями, преподавателями и другими стейкхолдерами с позиций теоретической подготовки и практико-ориентированной составляющей, а также с учетом изменений современного производства, его технического и технологического перевооружения в соответствующей отрасли. Одним из инструментов реализации компетентного подхода в системе профессионального образования являются компетентностно-ориентированные образовательные программы, которые позволяют формировать компетенции, соответствующие современным требованиям рынка труда посредством модульного обучения.

Преобразования, происходящие в социально-экономической сфере казахстанского общества, в частности развитие рыночных отношений, создали принципиально новую ситуацию в системе образования Казахстана. Сегодня, когда предложение рабочей силы значительно превышает спрос, только конкурентоспособный специалист востребован на рынке труда. Рыночные условия, а также расширение и качественное изменение поля деятельности



современного специалиста требуют от учебного заведения значительного повышения качества образования, выводя на первый план такую характеристику выпускника, как конкурентоспособность.

Конкурентоспособность выпускников напрямую зависит от качества его подготовки. *Качество образования* – социальная категория, определяющая состояние и результативность процесса образования в обществе, его соответствие потребностям и ожиданиям общества (различных социальных групп) в развитии и формировании гражданских, бытовых и профессиональных компетенций личности. Качество образования определяется совокупностью показателей, характеризующих различные аспекты учебной деятельности образовательного учреждения: содержание образования, формы и методы обучения, материально-техническую базу, кадровый состав и т.п., которые обеспечивают развитие компетенций обучающейся молодежи.

Таким образом, взаимодействие вуза и работодателей становится важным показателем качества и надежности деятельности вуза, одним из важнейших критериев его конкурентоспособности на рынке образования и рынке труда.

Основные средства, которые были разработаны для создания связи между образованием и рынком труда, основаны на Национальной рамке квалификаций (НРК). Правомочность НРК закреплена в Трудовом кодексе Республики Казахстан [2].

Национальная рамка квалификаций Республики Казахстан содержит восемь уровней квалификации, что соответствует Европейской рамке квалификаций и уровням образования [3]. Восемь рекомендуемых уровней описаны в форме результатов обучения, которые подразделяются на три категории: знания, способности и компетенции. Они указывают на то, что в квалификации в различных комбинациях представлен весь спектр результатов образования, включая теоретические знания, практические и технические навыки, а также социальную компетенцию, для которой решающей является способность к сотрудничеству с другими людьми.

НРК определяет единую шкалу уровней квалификации общепрофессиональных компетенций для разработки отраслевых рамок квалификаций, профессиональных стандартов. Тем самым НРК обеспечивает межотраслевую сопоставимость квалификаций и компетенций, является основой для системы подтверждения соответствия и присуждения квалификаций специалистов.

В НРК приводится структурное описание требований к личностным и профессиональным компетенциям, к умениям и навыкам, к знаниям, их детализация осуществляется в отраслевых рамках квалификаций и профессиональных стандартах.

НРК предназначена для различных групп пользователей (государственных органов и структур,

работодателей, образовательных организаций, граждан) и позволяет:

1) разрабатывать на единой методологической основе профессиональные стандарты, стандарты образования и образовательные программы;

2) описывать с единых позиций требования к результатам обучения квалификации и компетенциям специалистов и выпускников учебных заведений;

3) разрабатывать оценочные материалы и процедуры определения квалификации выпускников всех уровней профессионального образования.

Отраслевые рамки квалификаций (ОРК) классифицируют в отрасли требования к квалификации специалиста по уровням в зависимости от сложности выполняемых работ и характера используемых знаний, умений и компетенции [2]. ОРК разрабатываются на основе НРК в конкретной отрасли экономической деятельности.

Национальная квалификационная рамка (НРК) Республики Казахстан является инструментом сопряжения сфер труда и образования и представляет собой обобщенное описание квалификационных уровней, признаваемых на общегосударственном уровне, и основных путей их достижения на территории Казахстана. Уровни НРК четко различаются и скоординированы со всеми соответствующими заинтересованными сторонами, включая поставщиков образовательных услуг (образовательные учреждения), обучающихся, работающих и конечных пользователей (работодателей). НРК является общим ориентиром и может существенно расходиться с ситуацией в конкретных отраслях (сферах профессиональной деятельности). Введение Отраслевой квалификационной рамки отражает особенности применения НРК в каждой конкретной отрасли (сфере профессиональной деятельности). При этом могут быть задействованы не все уровни НРК, а в самой Отраслевой квалификационной рамке могут быть профессиональные подуровни или изменения в описании некоторых компетенций, знаний и навыков по различным уровням.

Квалификационные уровни, описанные в ОРК, используются при разработке профессиональных стандартов.

Профессиональный стандарт (ПС) – стандарт, определяющий в конкретной области профессиональной деятельности требования к уровню квалификации и компетентности, к содержанию, качеству и условиям труда.

ПС – многофункциональный нормативный документ, определяющий в рамках конкретного вида экономической деятельности (области профессиональной деятельности) требования к содержанию и условиям труда, квалификации и компетенциям работников по различным квалификационным уровням. На основе ПС могут разрабатываться

внутренние, корпоративные стандарты организаций на функциональные модели, должности, повышение квалификации, отбор и аттестацию персонала, системы мотивации, стимулирования труда и др.

ПС разрабатывается на основе требований Национальной рамки квалификаций, отраслевых рамок квалификаций и периодически обновляется с учетом появления новых технологий, динамики рыночной ситуации, спроса на новые компетенции. Целью разработки ПС является возможность представления по каждой профессии системного и структурированного описания трудовых функций и, при необходимости, задач по их реализации, соответствующих требованиям к знаниям, умениям, навыкам и компетенциям работников.

ПС предназначен для:

- выработки единых требований к содержанию профессиональной деятельности, обновления квалификационных требований, отвечающих современным потребностям рынка труда;
- решения широкого круга задач в области управления персоналом;
- разработки образовательных стандартов, учебных планов, модульных учебных программ, а также разработки соответствующих учебно-методических материалов;
- проведения оценки профессиональной подготовленности и подтверждения соответствия квалификации специалистов.

Профессиональные стандарты являются базовым документом при проектировании модульных программ обучения (рис. 3).

В различных формах инструменты, отраженные на рис. 3, используются для структурирования системы профессионального образования. Вместе взятые, они создают мост между спросом на компетентных людей в экономике и методами и средства-

ми, используемыми для подготовки компетентных специалистов.

Таким образом, реализация таких программ обучения позволит учебным заведениям Республики Казахстан повысить качество подготовки специалистов за счет регламентации требований работодателей к качеству образовательных услуг и стать активным участником рынка труда.

Литература:

1. Устемиров К., Шаметов Н.Р., Васильев И.Б. Профессиональная педагогика – Алматы, 2005. – С. 17.
2. Трудовой кодекс Республики Казахстан от 23 ноября 2015 г., № 414-V ЗРК.
3. Закон Республики Казахстан «Об образовании» от 27 июля 2007 года №319-III (с дополнениями и изменениями по состоянию на 11.07.2017 г.).

Designing Educational Programs on the Basis of the National Qualification Framework and Professional Standards

B.V. Boytsov, doctor of technical sciences, professor, scientific adviser 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

G.M. Smirnova, candidate of pedagogical sciences, associate professor, director of the Center for Engineering Pedagogy of Karaganda state technical university; Republic of Kazakhstan, Karaganda

V.V. Gotting, candidate of pedagogical sciences, associate professor, head of the department «Professional education and pedagogy» of Karaganda state technical university; Republic of Kazakhstan, Karaganda

Summary. Features of application of competence-based approach at design of educational programs of the higher education taking into account requirements of labor market for the purpose of improvement of quality of education and competitiveness of graduates are reflected in article.

Keywords: competence approach, quality, qualification, educational program, professional standard.

References:

1. Ustemirov K., Shametov N.R., Vasiliev I.B. Professional pedagogy. Almaty, 2005. P. 17.
2. The Labor Code of the Republic of Kazakhstan of November 23, 2015, No. 414-V ZRK.
3. The law of the Republic of Kazakhstan «About education» of July 27, 2007 No. 319-III (with additions and changes on 7/11/2017).



Рис. 3. Проекция на систему профессионального образования требований и вызовов рынка труда



Исследование свойств нетранзитивных включений в результатах экспертных измерений

И.Ф. Шишкин

Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
им. Д.И. Менделеева; Санкт-Петербург

Д.Н. Хамханова

Восточно-Сибирский государственный университет технологии и управления;
г. Улан-Удэ

e-mail: darima-1956@yandex.ru

С.М. Шарапова

Восточно-Сибирский государственный университет технологии и управления;
г. Улан-Удэ

Аннотация. В статье рассматриваются свойства нетранзитивных включений, появляющихся как в результатах попарного сравнения объектов экспертиз, так и в результатах ранжирования при определении весовых коэффициентов показателей качества продукции и услуг.

Ключевые слова: качество, показатели качества, ранжирование, попарное сопоставление, нетранзитивность.

При контроле качества продукции и услуг часто применяются экспертные методы измерения, в частности метод ранжирования и метод парных сравнений.

Практика применения метода парных сравнений показывает, что при парном сравнении на шкале порядка могут возникать нетранзитивные подмножества.

Например, при сравнении трех объектов A, B, C существует 8 возможных результатов измерения:

$A > B, B > C, A > C;$
 $A > B, B < C, A > C;$
 $A > B, B > C, A < C;$
 $A > B, B < C, A < C;$
 $A < B, B > C, A > C;$
 $A < B, B < C, A > C;$
 $A < B, B > C, A < C;$
 $A < B, B < C, A < C.$

Из них 6 результатов типа $A > B, A > C, B > C$, которые показывают, что один объект предпочтитель-

нее два раза, другой – один раз, третий – ни разу. У двух оставшихся результатов:

$A > B, B > C, C > A,$

$A < B, B < C, C < A$

ни один из объектов не имеет предпочтения друг перед другом, т.е. появляется нетранзитивное подмножество. Они названы циклическими триадами [1]. Появление циклических триад означает непоследовательность в суждениях части экспертов, и ее простейшее объяснение состоит в том, что эксперт иногда гадает, объявляя свои предпочтения. Он может гадать из-за своей некомпетентности или потому, что на самом деле объекты весьма похожи. Вероятность циклической триады равна $1/4$ в случае сравнения трех объектов.

То же самое можно наблюдать при получении результатов измерения методом ранжирования.

Допустим, что n экспертов ранжируют m объектов экспертизы. При $n = 3, m = 3$, возможно расположение мнений приведенное в табл. 1.

В этом примере мнения экспертов расположились следующим образом:

- мнение первого эксперта: $C > B > A$;
- мнение второго эксперта: $B > A > C$;
- мнение третьего эксперта: $A > C > B$.

Решение в виде ранжированного ряда отсутствует, возникает нетранзитивный элемент $A < B, B < C, C < A$, который можно представить в виде свертки:

$$\begin{array}{ccc} A & < & B \\ & \searrow & \nearrow \\ & C & \end{array}$$

Нетранзитивные подмножества возникают не только при сравнении трех объектов экспертизы, но и более объектов. При числе экспертов $n = 4$ и количестве сравниваемых показателей качества $m = 4$ возможно расположение мнений экспертов, приведенное в табл. 2.

Таблица 1.

Мнения экспертов

Показатели	Эксперты			Сумма рангов
	1	2	3	
A	1	2	3	6
B	2	3	1	6
C	3	1	2	6

Таблица 2.

Мнения экспертов

Показатели	Эксперты				Сумма рангов
	1	2	3	4	
A	1	2	3	4	10
B	2	3	4	1	10
C	3	4	1	2	10
D	4	1	2	3	10

В данном примере решение в виде ранжированного ряда также отсутствует, возникает нетранзитивный элемент $D > C$, $C > B$, $B > A$, но $A > D$, который можно представить в виде следующей свертки:

$$\begin{array}{l} A < B \\ \vee \quad \wedge \\ D > C \end{array}$$

Исследование всевозможных вариантов проявления нетранзитивных включений показало, что при увеличении числа объектов экспертизы возможны появления свертки (нетранзитивных включений), состоящей из пяти и более элементов, которые названы нами нетранзитивными звеньями [2]. Поэтому первое свойство нетранзитивных включений – это появление нетранзитивных звеньев, состоящих из трех и более элементов.

Вполне возможно появление нетранзитивных включений, состоящих не только из нетранзитивных звеньев. Например, при полном парном сравнении четырех объектов экспертизы одним экспертом возможно получение следующего результата (табл. 3).

Допустим, в табл. 3 одним экспертом проведено парное сравнение 4-х объектов A, B, C, D, где цифрой 1 обозначено предпочтение j объекта перед i объектом, цифрой 0 обозначено предпочтение i объекта перед j объектом.

В данном случае, по мнению эксперта, три объекта экспертизы получили одинаковое количество предпочтений, и в ранжированном ряду образовалось нетранзитивное включение, состоящее из элементов A, B, C, где любой из них менее предпочтительнее D.

Таблица 3.

Мнение эксперта

Показатели	Показатели					Число предпочтений, K_j
	$i \backslash j$	A	B	C	D	
	A		1	0	0	1
	B	0		1	0	1
	C	1	0		0	1
D	1	1	1		3	

Решение может быть представлено в виде свертки:

$$\begin{array}{l} A > B \\ \wedge \quad \wedge \\ C < D \end{array}$$

Исследование всевозможных проявлений нетранзитивных включений, по результатам сравнения шести и более объектов, показывает появление нетранзитивных звеньев, связанных между собой одним или двумя связующими элементами. Например, в случае сравнения шести объектов экспертизы возможно получение результата, представленного в табл. 4.

В данном случае, по мнению эксперта, пять объектов экспертизы B, C, D, E, F получили одинаковое количество предпочтений, где любой из них предпочтительнее A. Решение в виде свертки имеет вид:

$$\begin{array}{l} b > a \\ \wedge \quad \vee \\ a < d \\ \wedge \quad \vee \\ e < d \end{array}$$

Здесь два нетранзитивных звена, связанных между собой одним связующим элементом A.

Нетранзитивные звенья, состоящие из трех элементов и связанные между собой одним связующим элементом, названы нами нетранзитивными цепями, поэтому вторым свойством нетранзитивных включений является образование цепи.

При увеличении числа объектов экспертизы образуются более сложные нетранзитивные включения, состоящие из трех и более элементов и соединенных между собой одним или двумя связующими элементами [3], которые нами названы нетранзитивной сетью. Следовательно, третьим свойством нетранзитивных включений является образование сети.

Кроме того, нетранзитивные включения могут появляться как по центру ранжированного ряда, так и по краям. Например, мнения экспертов

Таблица 4.

Мнение эксперта

		Показатели						Число пред- почтений, K_j
Показатели	$i \backslash j$	A	B	C	D	E	F	
	A		0	0	0	0	0	0
	B	1		0	1	0	1	3
	C	1	1		0	1	0	3
	D	1	0	1		1	0	3
	E	1	1	0	0		1	3
	F	1	0	1	1	0		3



о семи объектах экспертизы могут быть выражены так, как представлены в табл. 5 и 6.

$$D < C < B < A < \begin{matrix} E > F \\ \nearrow & \searrow \\ & G \end{matrix}$$

По результатам табл. 5 получен ранжированный ряд, включающий в себя нетранзитивное включение из трех элементов E, F, G , каждый из которых предпочтительнее A, B, C, D . Решение в виде свертки имеет вид, в котором нетранзитивное звено появляется на правом краю ранжированного ряда:

По данным табл. 6 получен ранжированный ряд, состоящий из нетранзитивного включения из 5 элементов, где элементы B, C, D, E, F менее предпочтительны, чем элемент G , но более предпочтительны, чем элемент A :

$$\begin{matrix} & B < C \\ & \vee & \wedge \\ A < & D < G \\ & \vee & \wedge \\ & F > E \end{matrix}$$

В данном случае нетранзитивные звенья находятся в середине ранжированного ряда.

Таким образом, можно констатировать, что основными свойствами нетранзитивных включений являются:

Таблица 5.

		Мнение эксперта						
Показатели	$i \backslash j$	Показатели						
		A	B	C	D	E	F	G
	A	×	1	1	0	0	0	0
	B	0	×	1	1	0	0	0
	C	0	0	×	1	0	0	0
	D	1	0	0	×	0	0	0
	E	1	1	1	1	×	1	0
	F	1	1	1	1	0	×	1
	G	1	1	1	1	1	0	×
		Число предпочтений, K_j						
		2	2	1	1	5	5	5

Таблица 6.

		Мнение эксперта						
Показатели	$i \backslash j$	Показатели						
		A	B	C	D	E	F	G
	A	×	0	0	0	0	0	0
	B	1	×	0	1	1	0	0
	C	1	1	×	0	0	1	0
	D	1	0	1	×	0	1	0
	E	1	0	1	1	×	0	0
	F	1	1	0	0	1	×	0
	G	1	1	1	1	1	1	×
		Число предпочтений, K_j						
		0	3	3	3	3	3	6

1) образование нетранзитивного звена, состоящего из трех и более элементов;

2) образование нетранзитивных цепей, состоящих из одного и более звеньев, соединенных между собой одним элементом;

3) образование нетранзитивных сетей, состоящих из одного и более звеньев, соединенных между собой одним или двумя элементами;

4) появление нетранзитивных звеньев как на краю, так в середине ранжированного ряда.

Литература

1. Kendall M.G. Rank correlation methods / M. G. Kendall. – 3-d ed. – London: Griffin. = Кендэл М. Ранговые корреляции: пер. с англ. Е. М. Четыркина и Р. М. Энтова / М. Кендэл. – Москва: Статистика, 1975. – 214 с.

2. Шишкин И.Ф. Топологические пространства с нетранзитивными подмножествами // Докл. юбил. науч.-техн. конф. – Санкт-Петербург. – 2006. – Т. 1.

3. Шарпова С.М. Исследование нетранзитивных подмножеств в результатах экспертных измерений // Материалы I международной научно-практической конференции «Качество как условие повышения конкурентоспособности и путь к устойчивому развитию». – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ. – 2009. – С. 138–145.

Investigation of the Properties of Nontransitive Inclusions in the Results of Expert Measurements

I.F. Shishkin, all-Russian research Institute of Metrology named after D. I. Mendeleev; St. Petersburg
D.N. Khamkhanova, East-Siberian state university of technology and management; Ulan-Ude

e-mail: sdarima-1956@yandex.ru

S.M. Sharapova, East-Siberian state university of technology and management; Ulan-Ude

Summary. In this article, we consider the properties of nontransitive inclusions that appear both in the results of pairwise comparison of objects of analysis, and in ranking results in determining the weight coefficients of the quality indicators of products and services.

Keywords: quality, quality measures, ranking, pairing, non-transference.

References:

1. Kendall M.G. Rank correlation methods. Griffin. London, 1975. 214 p.

2. Shishkin I.F. Topological spaces with nontransitive subsets. The report of the jubilee scientific and technical conference. St. Petersburg, 2006, Volume 1.

3. Sharapova S.M. The study of nontransitive subsets in the results of expert measurements. Materials of the I International Scientific and Practical Conference «Quality as a condition for increasing competitiveness and the path to sustainable development». Publishing house of the East-Siberian state university of technology and management. Ulan-Ude, 2009. pp. 138–145.



Улучшение процесса испытаний на герметичность современными методами управления качеством

**М.В. Высоцкая**

аспирант института авиационной техники Самарского национального исследовательского университета им. ак. С.П. Королева; г. Самара
e-mail: Manya_93@mail.ru

**Д.В. Хрящева**

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

**С.И. Орлова**

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

**В.Н. Цыман**

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

**И.В. Русских**

инженер по качеству АО «Самарская Кабельная Компания»; г. Самара

**М.А. Шуршев**

заместитель начальника цеха АО РКЦ «Прогресс»; г. Самара

Аннотация. Сертификация – одна из эффективных форм обеспечения качества и повышения конкурентоспособности продукции на внутреннем и внешнем рынках. При сертификации системы менеджмента качества весомым преимуществом в конкурентной борьбе являются методы и подходы (QFD, FMEA, MSA, робастное проектирование), обеспечивающие еще на этапе разработки технологии изготовления устойчивость изделий к воздействующим факторам. Появляется возможность применения таких методов при испытаниях и сертификации

продукции, отвечающей требованиям и ожиданиям потребителей с оптимальным сочетанием характеристик продукции и издержек на ее изготовление и испытание.

В статье рассмотрены инструменты улучшения качества процесса испытания на герметичность шланга системы жизнеобеспечения изделия 12КСМ.

Ключевые слова: испытательная система, герметичность, качество, требования, продукция, анализ, герметичность, предупреждение риска, робастное проектирование, сертификация, QFD, FMEA, MSA.

Введение

Летательные аппараты принадлежат к сложным техническим системам, отказы которых зачастую приводят к тяжелым последствиям. Сертификация – одна из наиболее эффективных форм обеспечения качества изделий сложной техники [1]. Сертификация – это процедура подтверждения третьей независимой стороной, т.е. организацией, независимой от заинтересованных сторон (изготовителей, исполнителей, продавцов и потребителей), соответствия должным образом идентифицированной продукции, процесса или услуги конкретному стандарту или другому нормативному документу. При этом формы и методы сертификации сложных изделий отличаются от традиционных подходов, применяемых при сертификации более простой продукции.

Производство любой продукции базируется на стабильности технологических процессов, подтверждением которых служат статические и динамические испытания продукции с максимальным приближением к реальным условиям эксплуатации. Статические испытания в большей степени характеризуют свойства материала, а динамические – обоснованность выбранных параметров конструкций и технологий [7].

Важную роль в сертификации играют эксплуатационные испытания, так как на этом этапе предоставляется возможность подтвердить соответствие тем требованиям, которые должны оцениваться в условиях, максимально приближенных к реальной эксплуатации. Основными методами оценки соответствия при сертификации являются измерение, испытания и контроль, которые должны проводиться в аккредитованной лаборатории с аттестованным испытательным оборудованием.

Целесообразно для повышения эффективности сертификации использовать современные инструменты и методы управления качеством, такие как: FMEA, QFD, MSA, робастное проектирование.

FMEA – «Анализ видов и последствий потенциальных несоответствий». Позволяет оценить риски и возможный ущерб, вызванный несоответствиями конструкции и технологических процессов на ранней стадии проектирования и создания готового изделия или

комплектующих. Подразделяется на: PFMEA – выявление потенциальных несоответствий процесса и DFMEA – выявление потенциальных несоответствий конструкции [5].

QFD – «Метод развертывания функции качества». Обеспечивает высокое качество создаваемой продукции на каждом этапе жизненного цикла с гарантией получения конечного результата, соответствующего требованиям и ожиданиям потребителя [3].

MSA – «Анализ измерительных систем». Используется для получения соответствия результата измерения. Помогает минимизировать риск того, что в случае несоответствия измерительной системы последуют ошибочные решения или процесс может стать нерегулируемым [6].

Робастное проектирование – это подход, заключающийся в усовершенствовании изделия: создание выходных характеристик изделия, нечувствительного к переменам окружающей среды, деградации изделия и несовершенствам производства. Усовершенствование проектирования изделия и процесса его производства позволяет уменьшить затраты на производство и эксплуатацию изделия [3].

Объект исследования

Объектом исследования в представляемой работе является процесс испытания на герметичность шланга системы жизнеобеспечения изделия 12КСМ. Испытания проводятся на пневматическом пульте ВК 70209-398А. Принципиальная схема пульта приведена на рис. 1.

Целью испытаний является проверка качества заделки резиновых рукавов в концевую арматуру воздействием нагрузок, предусмотренных эксплуатационными факторами, воспроизводимыми с учетом возможностей испытательного оборудования,

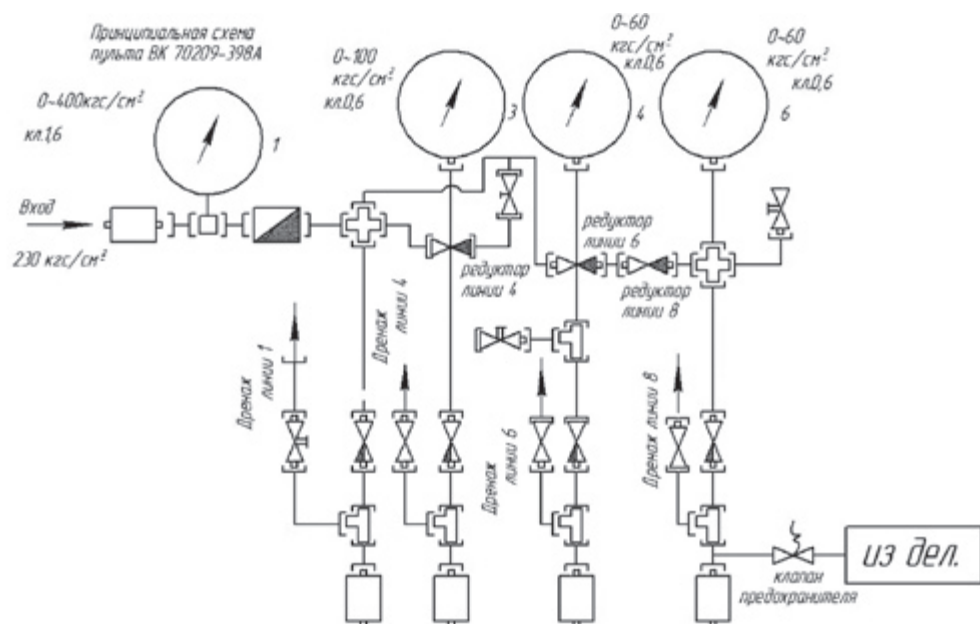


Рис. 1. Принципиальная схема пульта ВК 70209-398А

а также оценка надежности объекта испытаний по результатам испытаний.

Объектом испытаний является шланг системы жизнеобеспечения изделия 12КСМ, представленный на рис. 2. Конструкция шланга состоит из заделки (ниппель и гильза) и рукава 2К7-30, поставляемого по ТУ 38.0051515-92. Элементы заделки шланга подвержены наибольшей нагрузке, так как на них воздействует наибольшая свободная масса рукава 2К7-30. Шланг устанавливается на внешней поверхности космического аппарата на кабель-мачте и служит для подачи кислорода внутрь космического аппарата из баллонов с кислородом.



Рис. 2. Шланг системы обеспечения жизнедеятельности

Методика проведения испытаний определяет требования к ним.

1. Перед каждым испытанием:

- осмотреть шланги на отсутствие механических повреждений и загрязнений;
- в случае наличия влаги на шлангах произвести их сушку.

2. После каждого испытания шланги необходимо полностью осушить и хранить заглушенными. Осушку производить продувкой воздухом до полного удаления влаги.

3. При монтаже шлангов в приспособление для испытаний затяжку накидных гаек стыков производить на 1,0...1,5 грани от упора, не допускается скручивание шлангов вокруг оси. Стыки уплотнить прокладками.

4. Испытать шланг на герметичность сжатым воздухом давлением $(3,45 \pm 0,15)$ МПа $[(35 \pm 1,5) \text{ кгс/см}^2]$ в течение 5 минут под водой с предварительной выдержкой 10 мин по ОСТ 92-4291-75. Негерметичность не допускается (не допускается появление пузырьков воздуха из шланга в воде и падение давления по манометру).

5. Применяемые при испытаниях необходимые средства измерения должны быть поверены, испытательное оборудование аттестовано.

Применение метода QFD для выявления основных требований и параметров процесса «испытание на герметичность»

Цель развертывания функций качества (*QualityFunctionDeployment, QFD*) – обеспечение такого качества создаваемой продукции на каждом этапе жизненного цикла, которое гарантировало бы по-

лучение конечного результата, соответствующего требованиям и ожиданиям потребителя [2].

Технология QFD включает в себя 4 фазы (уровня): план качества продукта (фаза 1), план качества компонентов продукта (фаза 2), план качества процесса (фаза 3), план качества операций (фаза 4), на каждой из которых применяется матричная диаграмма особого вида – «Дом качества». «Дом качества» является элементом технологии развертывания функций качества (*QualityFunctionDeployment, QFD*) [3].

Для выявления требований, предъявляемых к качеству процесса и операций, понадобятся третий и четвертый уровень QFD методологии. Для QFD третьего уровня необходимо определить требования к испытательной системе и этапы процесса «проведения испытаний на герметичность».

Требования к испытательной системе.

1. Проверка качества заделки резиновых рукавов в концевую арматуру воздействием нагрузок, предусмотренных эксплуатационными факторами, воспроизводимыми с учетом возможностей испытательного оборудования.

2. Оценка надежности объекта испытаний по результатам испытаний.

3. Безопасность проведения испытания.

4. Сохранность годных изделий.

5. Наличие инструкции на рабочем месте.

6. Высокая производительность (максимальное количество испытаний за день).

7. Эргономичность проведения испытаний.

Структура требований к испытательной системе в соответствии с моделью Кано, представлена на рис. 3.

Модель Кано – метод, используемый для оценки реакции потребителей на отдельные характеристики продукции. Полученные с его помощью результаты позволяют управлять удовлетворенностью и лояльностью потребителей (внутренних потребителей – цехов потребителей).

Этапы процесса «испытания на герметичность».

1. Установить шланги в оснастку и подсоединить к пневмопульту.

Заглушить шланги.

2. Дать в шланги давление сжатым воздухом $P = 0,5 \text{ кгс/см}^2$.

Поместить шланги в бронебанну с водой.

3. Повышать давление в шлангах до 36 кгс/см^2 .

Выдерживать под давлением не менее 10 минут.

4. Проверить на герметичность места заделки и стенки шланга в течение 5 минут. Негерметичность не допускается (Признаки негерметичности – пузырьки воздуха в растворе хром-пика или падение давления по манометру).

5. Сбавить давление до $0,5 \text{ кгс/см}^2$.

6. Вынуть шланги из бронебанны.

Сбавить давление до 0 кгс/см^2 .

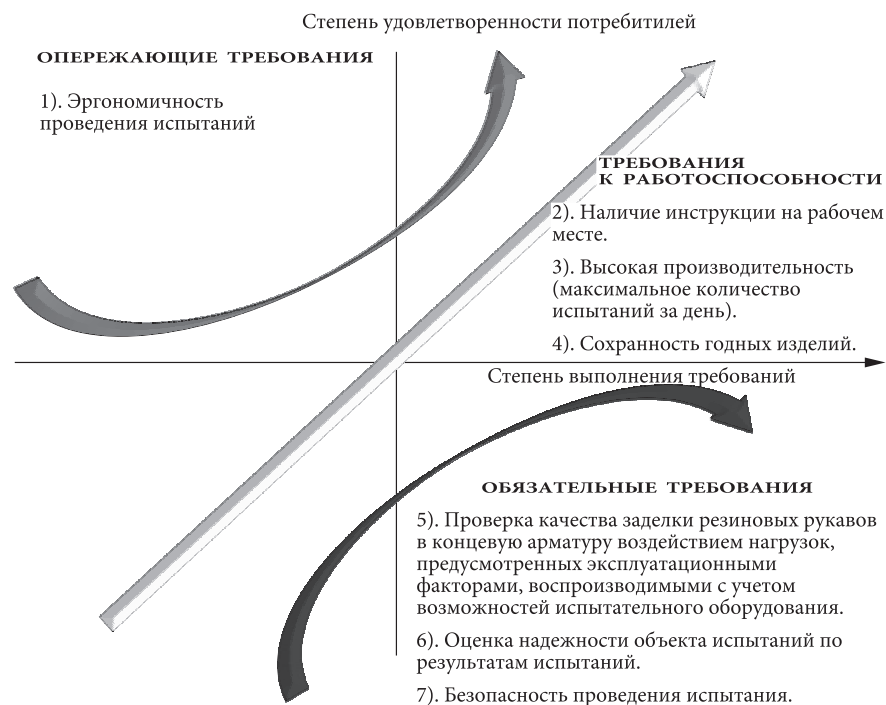


Рис. 3. Требования к испытательной системе по модели Кано

7. Отсоединить шланги от пневмопульты. Снять со шлангов заглушки и кассету.
8. Продуть шланг сжатым воздухом $P = 10 \text{ кгс/см}^2$ до полного удаления влаги.
9. Отразить результат испытания.
10. Установить технологические заглушки на шланг. В табл. 1 представлен QFD третьего уровня. В результате проведенного QFD третьего уровня определены ключевые операции и параметры процесса «испытания на герметичность».
 1. Выдержать под давлением не менее 10 минут (14,5%).
 2. Отразить результат испытания в листе отметок испытания (11,5%).
 3. Установить шланги в оснастку и подсоединить к пневмопульту (10,6%).

Для QFD четвертого уровня проводятся операции к процессу «испытания шланга на герметичность».

Вспомогательные требования к «испытанию на герметичность» для объекта шланга системы жизнеобеспечения изделия 12КСМ представлены во втором разделе «Объект исследования».

В табл. 2 представлен QFD четвертого уровня.

На основании матричной диаграммы QFD позволяет понять ключевые операции, влияющие на работоспособность продукции, качество изделия и параметры процесса «испытания на герметичность».

Анализ видов и последствий потенциальных несоответствий конструкции шланга системы жизнеобеспечения изделия 12КСМ

Анализ видов и последствий потенциальных несоответствий процесса (табл. 3) (Process

Failure Mode and Effects Analysis, PFMEA) – метод, целью применения которого является улучшение процесса на основе анализа потенциальных несоответствий процесса с количественным анализом последствий и причин несоответствий.

Качественное проведение FMEA-анализа на этапе проектирования продукции обеспечивает возможность с самого начала создавать продукт, не имеющий дефектов и недостатков. Данный метод позволяет анализировать возможные риски и предотвращать их до момента производства [4].

Проведем FMEA-анализ для конструкции шланга системы жизнеобеспечения изделия 12КСМ. Выделив основным и единственным потенциальным несоответствием разгерметизацию элементов конструкции, обозначим четыре причины возникновения несоответствия: плохую обжимку гильзы, коррозию металла гильзы, дефекты изготовления гильзы, несоответствие шланга требованиям ГОСТ 18698-79.

По результатам FMEA-анализа проводятся действия по предупреждению риска. В случае эффективной работы показатель ПЧР (приоритетное число риска) будет значительно уменьшаться в сравнении с данными первоначального анализа. На примере данного испытательного стенда можно наблюдать, что показатель ПЧР может быть уменьшен благодаря предпринятым действиям (табл. 3).

MSA (анализ измерительных систем)

Для проведения оценки надежности процесса испытаний на герметичность следует применить метод анализа измерительных систем (MSA). Измерительная система – это совокупность операций, процедур, приборов, программного обеспечения, персонала и других факторов, применяемая для присваивания количественных значений измеряемыми параметрами [5].

Для проведения анализа измерительной системы по атрибутивному признаку мы отобрали 20 образцов готовой продукции, представляющих полный спектр отклонений, возникающих в реальном производстве. Далее мы выбрали двух контролеров. Во время работы каждому контролеру по два раза в разное время его смены подаем на контроль отобранный шланг системы жизнеобеспечения изделия, и он записывает свое решение о пригодности

Таблица 1.

QFD третьего уровня для «испытания на герметичность»

Raw	Max Relationship Value In Row	Relative Weight	Weight/Importance	Quality Characteristics (a.k.a. «Functional Requirements» or «Hows»)	1.1. Установить шланги в оснастку и подсоединить к пневмоуплыву	1.2. Заглушить шланги	2.1. Дать в шланги давление сжатым воздухом 0,5 кгс/см²	2.2. Поместить шланги в бронекамеру с водой	3.1. Повысить давление в шлангах до 36 кгс/см²	3.2. Выдержать под давлением не менее 10 минут	4. Проверить на герметичность места заделки и стенки – 5 минут	5. Сравнить давление до 0,5 кгс/см²	6.1. Вынуть шланги из бронекамеры	6.2. Сравнить давление до 0 кгс/см²	7.1. Отсоединить шланги от пневмоуплыва	7.2. Снять со шлангов заглушки и кассету	8. Продуть шланг сжатым воздухом 10 кгс/см² до полного удаления влаги	9. Отразить результаты испытаний	10. Установить технические заглушки на шланг		
1	9	18,5	10,0	Проверка качества заделки резиновых рукавов в концевую арматуру воздействием нагрузок	○	○			○	○	○			○				○			
2	9	18,5	10,0	Оценка надежности объекта испытаний по результатам испытаний		○			○	○	○						○				
3	9	18,5	10,0	Безопасность проведения испытаний	○					○	○				○	○		○	○		
4	9	14,8	8,0	Сохранность проведенных испытаний	▲		○			○	○			○		▶		○	▶		
5	9	13,0	7,0	Наличие инструкции на рабочем месте	○		○			○	○					▶					
6	9	11,1	6,0	Высокая производительность (максимальное количество испытаний за день)				○										○			
7	9	5,6	3,0	Эргономичность проведения испытаний	○								○		○				▶		
8																					
9																					
10																					
Target or Limit Value								Бронекамера с водой	До 36 кгс/см²	Не менее 10 минут	5 минут	До 0,5 кгс/см²			0 кгс/см²			Продуть давлением 10 кгс/см²	Листок отметок		
				Difficulty (0 – Easy To Accomplish, 10 – Extremely Difficult)																	
				Max Relationship Value in Column				9	3	9	3	9	9	9	9	3	9	9	9	9	9
				Weight/Importance				370,4	55,6	250,0	33,3	166,7	505,6	250,0	250,0	16,7	300,0	216,7	179,6	300,0	400,0
Relative Weight				10,6	1,6	7,2	1,0	4,8	14,5	7,2	7,2	7,2	0,5	8,6	6,2	5,2	8,6	11,5	5,3		

Таблица 2.

QFD четвертого уровня для процесса проверки герметичности шланга

Row	Max Relationship Value In Row	Relative Weight	Weight/Importance	Quality Characteristics (a.k.a. «Whats»)	Осмотреть шланги на отсутствие механических повреждений и загрязнений	В случае наличия влаги на шлангах произвести их сушку	После каждого вида испытаний шланги должны быть полностью осушены	Шланги должны храниться полностью заглушенными	Осушку производить продувкой воздухом до полного удаления влаги	Накидку гаек производить на 1,0...1,5 грани от упора	Испытывать сжатым воздухом давлением (3,45 ± 0,15) МПа (35 ± 1,5) кгс/см ²	Испытывать в течение 5 минут под водой с предвратительной выдержкой 10 минут	Средства измерения проверки, испытательное оборудование аттестовано
1	9	10,6	370,4	<i>Demanded Quality (a.k.a. «Whats»)</i>	О	▲		▲			○		○
2	9	1,6	55,6	1.1. Установить шланги в оснастку и подсоединить к пневмопульту						○			
3	3	7,2	250,0	1.2. Заглушить шланги				○		○			
4	9	1,0	33,3	2.1. Дать в шланги давление сжатым воздухом 0,5 кгс/см ²	○						○		
5	9	4,8	166,7	2.2. Поместить шланги в броневанну с водой	○						○		
6	9	14,5	505,6	3.1. Повысить давление в шлангах до 36 кгс/см ²							○		
7	9	7,2	250,0	3.2. Выдержать под давлением не менее 10 минут							○		
8	9	7,2	250,0	4. Проверить на герметичность места заделки и стенки – 5 минут	▲						○		
9	9	0,5	16,7	5. Стравить давление до 0,5 кгс/см ²							○		
10	3	8,6	300,0	6.1. Вынуть шланги из броневанны							▲		
11	1	6,2	216,7	6.2. Стравить давление до 0 кгс/см ²			○		○				▲
12	9	5,2	179,6	7.1. Отсоединить шланги от пневмопульта									
13	9	8,6	300,0	7.2. Снять со шлангов заглушки и кассету		▲	○		○				
14	9	11,5	400,0	8. Продуть шланг сжатым воздухом 10 кгс/см ² до полного удаления влаги			○		○				
15	9	5,3	185,2	9. Отразить результат испытания					○		○		○
				10. Установить технологические заглушки на шланг									
<i>Target or Limit Value</i>										1,0...1,5	35±1,5 кгс/см ²	5, 10 минут	
<i>Difficulty (0 – Easy To Accomplish, 10 – Extremely Difficult)</i>													
<i>Max Relationship Value In Column</i>				9	1	9	9	9	9	3	9	9	9
<i>Weight/Importance</i>				69,3	19,3	103,5	25,0	206,9	204,4	229,9	205,5		
<i>Relative Weight</i>				6,5	1,8	9,7	2,3	19,4	19,1	21,5	19,2		

Таблица 3.

FMEA-анализ для технологического процесса испытаний шланга системы жизнеобеспечения изделия

Процесс Функция/ Требования	Потен- циальное несоответ- ствие	Послед- ствия потенци- ального несоответ- ствия	Знач. S	Потенциаль- ная причина или механизм несоответ- ствия	Возн. O	Действую- щие меры по обнару- жению проблем	Действую- щие меры по предот- враще- нию	Обн. D	ПЧР	Рекомендуемое действие	Результаты действий					
											12	13	14	15	16	Новые баллы S O D ПЧР
1			4	5	6	7	8	9	10	11	Установле- на система сигнализации порогового давления на испытатель- ный стенд		10	6	2	120
Ключевые операции производственного процесса: 1. Повышать давление в шлангах до 36 кгс/см ² 2. Выдерживать под давлением не менее 10 минут	Давление повысили, но оно менее 36 кгс/см ²	Пузырьки не обна- ружены, шланг допущен до исполь- зования	10	На испы- тательном стенде не установлен манометр с ценной деле- ния 1 кгс/см ²	8	Контроль при помо- щи изме- рительных приборов	Контроль испыта- телем	7	560	Сигнализация порогового давле- ния при помощи манометра на этапе повышения давле- ния в шлангах						
	Давление превы- шает 36 кгс/см ²	Микро- трещины шланга увеличены в размерах	8	Не предусмо- трен предо- хранитель высокого давления	7	Про- ведение дополни- тельного испытания	Повы- шение давления в шлангах до 30 кгс/см ²	8	448	Установить предо- хранитель высокого давления, который автоматически отключает систему повышения давления	Установлен предохрани- тель	8	5	5	200	
	Выдер- жали под давлением менее 10 минут	Микрокре- щины есть, но они не обнаруже- ны	8	Отсутствие секундомера на испы- тательном стенде	5	Визу- альный осмотр шланга после данных операций процесса	Контроль испыта- телем	7	280	Установка секундомера с сигналом, оповещающим по истечении 10 минут	Установлен секундомер	8	3	4	96	
	Выдер- жали под давлением более 10 минут	Износ материала шланга	6	Низкая ква- лификация контролера, халатность	5	Настройка процесса во время испытания	Напе- сение специ- ального покрытия	4	120	Установка секундомера с сигналом, оповещающим по истечении 10 минут	Установлен секундомер	6	2	4	48	
Испытательный процесс: 1. Температура воды в ванне должна быть не ниже 10 °С 2. Толщина слоя воды над верхней точкой объекта, находящегося под пробным давлением, должна быть не менее 200 мм	При ис- пытании пузырьки не обна- ружены	Шланг с дефектами допущен до эксплуа- тации	10	Температура в ванне мень- ше 10 °С	3	Контроль темпера- туры ис- пытания	Контроль испыта- телем	7	210	Разработать устройство сигнализации низкой темпе- ратуры	Установлено устройство сигнализации низкой темпе- ратуры	10	3	3	90	
				Толщина слоя воды над верхней точ- кой объекта менее 200 мм	4	Контроль толщины слоя ис- пытания	Контроль испыта- телем	7	280	Разработать устройства сигнализации недостаточной толщины слоя воды	Установлено устройство сигнализации недостаточ- ной толщины слоя воды	10	4	4	160	

Таблица 4.

Общая эффективность системы измерения

Образец	Реальное значение	Контролер 1.1	Контролер 1.2	Соответствие 1 и 2 осмотра	Соответствие реальному значению	Контролер 2.1	Контролер 2.2	Соответствие 1 и 2 осмотра	Соответствие реальному значению	Согласованность контролеров	Согласованность контролеров в соответствии с реальным значением		
1	Годен	Годен	Годен	1	1	Годен	Не годен	0	0	0	0		
2	Годен	Годен	Годен	1	1	Годен	Годен	1	1	1	1		
3	Годен	Годен	Годен	1	1	Годен	Годен	1	1	1	1		
4	Годен	Годен	Годен	1	1	Годен	Годен	1	1	1	1		
5	Годен	Годен	Годен	1	1	Годен	Годен	1	1	1	1		
6	Годен	Годен	Годен	1	1	Годен	Годен	1	1	1	1		
7	Годен	Годен	Годен	1	1	Годен	Годен	1	1	1	1		
8	Годен	Годен	Годен	1	1	Годен	Годен	1	1	1	1		
9	Не годен	Годен	Годен	1	0	Годен	Годен	1	1	1	0		
10	Не годен	Не годен	Не годен	1	1	Не годен	Не годен	1	1	1	1		
11	Годен	Годен	Годен	1	1	Годен	Годен	1	1	1	1		
12	Годен	Годен	Годен	1	1	Годен	Годен	1	1	1	1		
13	Годен	Годен	Годен	1	1	Годен	Годен	1	1	1	1		
14	Годен	Годен	Годен	1	1	Годен	Годен	1	1	1	1		
15	Годен	Годен	Годен	1	1	Годен	Годен	1	1	1	1		
16	Годен	Годен	Годен	1	1	Годен	Годен	1	1	1	1		
17	Годен	Годен	Годен	1	1	Годен	Годен	1	1	1	1		
18	Годен	Годен	Годен	1	1	Годен	Годен	1	1	1	1		
19	Не годен	Не годен	Годен	0	0	Не годен	Не годен	1	1	0	0		
20	Годен	Годен	Годен	1	1	Годен	Не годен	0	0	0	0		
			Согласованы	19	18				Согласованы	18	18	17	16
			Осмотрены	20	20				Осмотрены	20	20	20	20
			Процент согласия	95%	90%				Процент согласия	90%	90%	85%	80%

образца. Истинное значение пригодности, количество образцов, а также количество «попыток» проконтролировать контролеру не сообщались. Один контролер провел испытание каждого шланга системы жизнеобеспечения изделия 2 раза. В итоге рабочий «проконтролировал» 40 шлангов системы жизнеобеспечения изделия.

Анализируя работу оператора, можно увидеть, прошел ли шланг системы жизнеобеспечения изделия проверку на годность два раза. Изначально годный шланг мог при любой из последующих проверок не пройти ее, или, наоборот, бракованный шланг мог попасть на этап сборки. Далее заполнен столбец «согласованность 1 и 2 осмотра». Если результаты испытания одинаковы, ставим «1», если нет, то «0». Затем на основании этих данных формируем столбец «соответствие реальному значению» для каждого контролера, заполняем его по такому же правилу. После этого заполняем столбец «согласованность контролеров».

В соответствии с проведенным анализом (табл. 4), определено, что согласованность контролеров между собой составляет 85%, а в соответствии с реальным значением – 80%. Так как согласованность составляет менее 90%, необходимо проконтролировать факторы, влияющие на результат измерения. Такими факторами могут быть квалификация контролеров, освещенность рабочего

места, точность средства измерения, отбор образцов, стандарт для проведения испытания и др., это поможет улучшить качество измерений.

Выводы

Проведенная работа показала важность методов QFD, FMEA, MSA для решения задач по определению качества на этапе испытания продукции. Отметим, что особенностью методов является возможность существенно повысить достоверность и устойчивость результатов к погрешностям исходных данных на этапе испытаний, выявление и устранение рисков, а также причин потенциальных несоответствий.

В результате проведенного QFD четвертого уровня определены основные параметры вспомогательных операций и параметры проведения испытания на герметичность шлангов системы жизнеобеспечения изделия 12КСМ: испытывать в течение 5 минут под водой с предварительной выдержкой 10 мин (21,5%); средства измерения поверены, испытательное оборудование аттестовано (19,2%); испытывать сжатым воздухом давлением $(3,45 \pm 0,15)$ МПа ($35 \pm 1,5$) кгс/см² (19,1%).

В рамках улучшения мероприятий по качеству измерений дана рекомендация исключить влияние такого фактора как квалификация персонала (это касается непосредственно контролеров) путем модернизации

измерительной системы. Для контрольного стенда проверки изделий на герметичность: 1) оснастить автоматизированной системой слежения за падением давления на манометре; 2) ввести в воду химический реагент, который при контакте с пузырьками воздуха интенсивно окрашивал бы жидкую среду.

Изучение причин и механизмов возникновения несоответствий и предотвращение несоответствий (или максимальное снижение их негативных последствий) шланга системы жизнеобеспечения позволяет повысить качество изготовления шлангов и сократить затраты на устранение несоответствий на последующих стадиях жизненного цикла продукции.

Литература

1. Барвинок В.А., Вашуков Ю.А. Методы экспериментальных исследований технологических процессов в производстве летательных аппаратов: учеб. пособ. – Самара: Изд-во СГАУ. – 2012. – 124 с.
2. Вашуков Ю.А., Дмитриев А.Я., Митрошкина Т.А. Развертывание функции качества (QFD) – Самара: Изд-во СГАУ. – 2009. – 54 с.
3. Дмитриев А.Я., Митрошкина Т.А., Вашуков Ю.А. Робастное проектирование и технологическая подготовка производства изделий авиационной техники: учеб. пособ. – Самара: Изд-во СГАУ – 2016. – 76 с.
4. Вашуков Ю.А., Дмитриев А.Я., Митрошкина Т.А. Анализ видов, последствий и причин потенциальных несоответствий (FMEA). – Самара: Изд-во СГАУ. – 2008. – 31 с.
5. Высоцкая М.В., Дмитриев А.Я. Исследование робастности процесса измерения геометрии пиноли приспособления «ПАКЕР» International Scientific Review. 2016. № 11(21). С. 25–30. <https://elibrary.ru/item.asp?id=26847610>.
6. Васильчук А.В., Юнак Г.Л., Годлевский В.Е., Разживина О.В. Анализ измерительных и контрольных процессов в автомобилестроении. – Самара: ЗАО «Академический инжиниринговый центр»; ООО «Офорт». – 2006. – 190 с.
7. Нестеренко Д.В., Чаманкина А.Е. Интеграция методов бережливого производства и бережливого проектирования в авиакосмической промышленности // сб.: Современные кадровые технологии в управлении предприятиями и территориями. – 2017. – С. 226–233.

Improvement of the Leak Testing Process with Modern Quality Management Methods

M.V. Vysotskaya, graduate student of institute of the aircraft equipment of the Samara national research university named after the academician S.P. Korolev; Samara

e-mail: Manya_93@mail.ru

D.V. Khryashcheva, student of a magistracy of institute of the aircraft equipment of the Samara

national research university named after the academician S.P. Korolev; Samara

S.I. Orlova, student of a magistracy of institute of the aircraft equipment of the Samara national research university named after the academician S.P. Korolev; Samara

V.N. Tsyman, student of a magistracy of institute of the aircraft equipment of the Samara national research university named after the academician S.P. Korolev; Samara

I.V. Russkikh, quality engineer of JSC «Samara Cable Company»; Samara

M.A. Shurshev, Deputy head of the department of the Joint-stock company «Progress State Research and Production Space Centre, Samara city

Summary. Certification is one of the effective forms of ensuring quality and increasing the competitiveness of products in the domestic and foreign markets. When Quality Management System Certification significant competitive advantage is the application of methods and techniques: QFD, FMEA, MSA, robust design, enabling even at the stage of development of manufacturing technologies to ensure product stability to influencing factors. There is the possibility of using such methods for testing and certification of products that meet the requirements and expectations of consumers with the best combination of product characteristics and costs for its manufacture and testing.

The article considers the tools for improving the quality of the process for testing the tightness of the hose of the life support system for the 12KSM product.

Keywords: testing system, tightness, quality, requirements, products, analysis, integrity, risk prevention, robust design, certification, QFD, FMEA, MSA.

References:

1. Barvinok V.A., Vashukov Yu.A. Methods of experimental research of technological processes in the production of aircraft. Publishing house Samara State Aerospace University, named after academician S.P. Korolev (National Research University). Samara, 2012. 124 p.
2. Vashukov Yu.A., Dmitriev A.Ya., Mitroshkin T.A. Deployment of the quality function (QFD) methodological guidelines. Publishing house of Samara State Aerospace University. Samara, 2009. 54 p.
3. Dmitriev A.Ya., Mitroshkin T.A., Vashukov Yu.A. Robust design and technological preparation of aviation equipment products. Publishing house of the Samara state aerospace university. Samara, 2016. 76 p.
4. Vashukov Yu.A., Dmitriev A.Ya., Mitroshkin T.A. Analysis of species, consequences and causes of potential non-conformities (FMEA). Publishing house of the Samara state aerospace university. Samara, 2008. 31 p.
5. Vysotskaya M.V., Dmitriev A.Ya. Investigation of the robustness of the measurement process of the quill geometry of the «PAKER» device International Scientific Review. 2016. No. 11(21). pp. 25–30. Available at: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26847610>.
6. Vasilchuk A.V., Yunak G.L., Godlevsky V.E., Razzhivina O.V. Analysis of measuring and control processes in the automotive industry. JSC «Academic Engineering Center». ООО «Etching». Samara, 2006. 190 p.
7. Nesterenko DV, Chamankina A.E. Integration of lean manufacturing methods and lean design in the aerospace industry. Collection: modern personnel technology in the management of enterprises and territories. 2017. p. 226–233.



Установка для исследования процесса резания угля в режимах с постоянной скоростью резания и с постоянным силовым воздействием

И.Д. Ключник

аспирант Санкт-Петербургского горного университета; Санкт-Петербург

e-mail: ivanklushnik@mail.ru

В.А. Ярмоленко

аспирант Санкт-Петербургского горного университета; Санкт-Петербург

Аннотация. При подземной добыче угля в очистных забоях в основном используются механизированные струговые комплексы и очистные комбайны. До сих пор одними из главных вопросов, возникающих при добыче угля этими горными машинами, является задача увеличения производительности очистных комплексов, а также проблема минимизации затрат на добычу (снижение энергоемкости).

Увеличение производительности комбайнов достигается не только за счет повышения энерговооруженности рабочих механизмов и конструктивных решений по исполнительным органам, но и путем оптимизации режима работы выемочной машины, в условиях переменной прочности разрушаемого массива.

В виду сложности и многофакторности зависимости процесса резания от структуры и прочностных свойств массива, от режима резания и параметров резца, а также неравномерного распределения усилий на резце используется экспериментальный метод исследования резания угля. Исследование резания на полноразмерном стенде дает возможность понимать, как распределяются нагрузки в системе резец-порода в реальном времени, что также позволяет оптимизировать режим работы, с учетом изменяющейся прочности породы.

Ключевые слова: резец, процесс резания, выемочная машина, очистной комбайн, режим работы.

Закономерности в формировании нагрузок на резцах исполнительного органа очистного комбайна изучались еще во второй половине XX в. такими учеными, как Докукин А.В., Красников Ю.Д., Хургин З.Я. На эту тему было написано несколько монографий, в которых динамика горных выемочных машин в рабочем режиме рассмотрена с точки зрения метода статической динамики и метода случайных функций.

Случайный характер формирования сил сопротивления горных пород разрушению исполнительными органами выемочных машин, неоднородность разрушаемой среды, наличие твердых включений и трещин вызывают необходимость подхода к изучению нагрузок в разных элементах привода на основе метода корреляционного анализа [1].

Силу, действующую на резцовый инструмент горной машины, можно представить в общем виде следующей функцией от пути резания s :

$$P(s) = m(x) + X(x), \quad (1)$$

где $X(x)$ – высокочастотная случайная реализация силы резания с математическим ожиданием, равным нулю; $m(x)$ – математическое ожидание силы резания; приблизительно можно считать, что оно совпадает со средним арифметическим ее значением.

Значение $X(x)$ в каждой данной точке пути резца является случайной величиной. Случайный характер изменения $X(x)$ связан с неоднородностью строения и механических свойств горных пород.

Среднее значение силы резания $m(x)$ изменяется при движении резца и зависит от большого числа неслучайных и случайных факторов, в первую очередь от сопротивляемости горной породы отделению, геометрии резцового инструмента, степени его износа, глубины резания и др.; $m(x)$ изменяется значительно медленнее, чем $X(x)$ [2].

Нужно отметить, что данный метод учитывает только средние значения внешних нагрузок на резцы исполнительного органа, пиковые значения не учитываются. При этом для горных машин, оборудованных, например, асинхронным двигателем, наиболее удобно определять нагрузки в двигателе, а не непосредственно с нагруженных частей машины, так как для этого не требуется специальная тензооснастка, тензокабели, а мощность может быть записана непосредственно с клемм пускателя. Определить нагрузки на исполнительном органе также затруднительно, так как невозможно одновременно тензометрировать нагрузки на всех резцах, кулаках, скалывателях и других элементах.

Однако с развитием систем автоматического управления и расширением использования в горной промышленности более точных датчиков про-

блема определения нагрузок, воздействующих непосредственно на исполнительный орган, может быть решена. Для этого нужно разрабатывать системы измерительных резцов, способных работать в условиях очистного забоя, которые будут встраиваться в исполнительный орган машины.

На полноразмерных стендах используются экспериментальные методы исследования процесса резания с учетом многофакторности и случайности формирования элементарных сколов. В Санкт-Петербургском горном университете установлено несколько испытательных стендов.

1. Стенд для исследования формирования области напряжений в прирезцовой зоне при резании квазиизотропного прозрачного материала.

2. Стенд для исследования влияния запаса потенциальной энергии в приводе резца на параметры фаз элементарного скола в процессе резания угля.

3. Стенд для исследования процесса резания калийных руд и кембрийских глин одиночным резцом горных машин.

На этом стенде можно будет проводить широкий спектр исследований с использованием разных типов резцов. Предстоит решить задачу наладки стенда для изучения процесса резания пород одиночным резцом.

Испытательный стенд для резания пород одиночным резцом

В настоящее время в Горном университете ведется наладка экспериментального стенда (рис. 1) для исследования процесса резания породы одиночным резцом.

Стенд состоит из следующих структурных элементов: механизм резания 2, представляющий собой гидроцилиндр с резцовой головкой 1; механизм 3 для перемещения стола 7, на котором устанавливаются породные блоки; насосная станция 4; пульт управления 5; блок регистрации и обработки измеряемых параметров; дисплей;

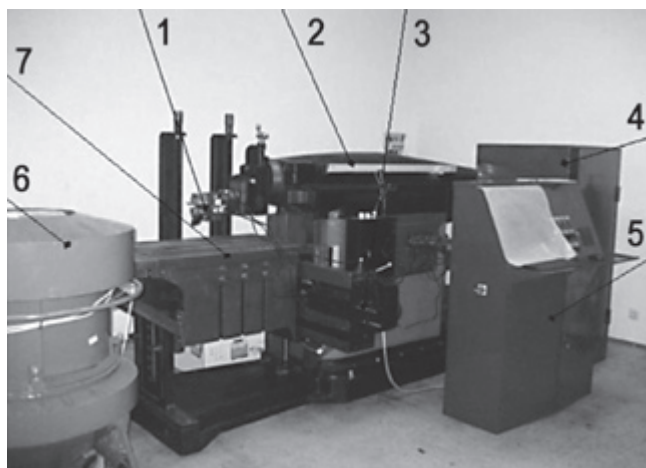


Рис. 1. Испытательный стенд для резания пород одиночным резцом

компьютер; установка для сбора разрушенной массы 6 [3].

В резцедержатель встроены датчики, регистрирующие силы на резце по трем координатам.

В будущем установка будет совершенствоваться. Предполагается исследовать резание породы, рассматривая его как термомеханический процесс. Для этого стенд будет оборудован термодатчиком с целью определения температуры резца и следа среза в процессе резания угля или других пород. Также существует возможность проведения исследования процесса формирования элементарных сколов при разрушении массива в режиме с постоянной скоростью резания и в режиме с постоянным силовым воздействием, благодаря пневмогидроаккумуляторам, встроенным в систему гидропривода.

Контрольно-измерительная система стенда

Механизм процесса разрушения горной породы резанием, а также его силовые и энергетические показатели зависят от физико-механических свойств горных пород, условий проведения реза, параметров геометрической формы резца и параметров разрушения.

На переднюю, заднюю и боковые грани резца передается давление разрушаемого массива угля или породы. Количественный и качественный характер изменения сил, действующих на резец, представляет большой научный и практический интерес. При этом в первую очередь нас интересуют формирующиеся на резце усилия резания Z и усилия подачи (осевое усилие) Y (рис. 2), которые, главным образом, определяют внешние нагрузки на исполнительном органе машины, а следовательно, и выбор мощности приводов исполнительного органа и механизма подачи машины [2].

На испытательном стенде установлен эталонный измерительный резец. Усилия, возникающие в резце при резании, измеряются по трем осям при помощи системы тензодатчиков. Для фиксирования усилий в каждой из осей X , Y и Z используется индивидуальный датчик (рис. 3). Сигналы с тензодатчиков приходят на весоизмерительные преобразователи, после чего они обрабатываются и преобразуются в показания усилий.

Наибольший предел взвешивания (НПВ) используемых в стенде тензодатчиков составляет 3 т. Для правильной юстировки весоизмерительных преобразователей используется эталонный груз с весом, равным или меньшим (но не менее 75%) НПВ тензодатчика.

Для проведения юстировки весоизмерительных преобразователей нами предложен метод, в котором к резцу был закреплен специальный динамометр (свой по каждой оси резания), а нужное усилие создавалось приводом стенда. Данный метод позволил провести точную настройку преобразователей.

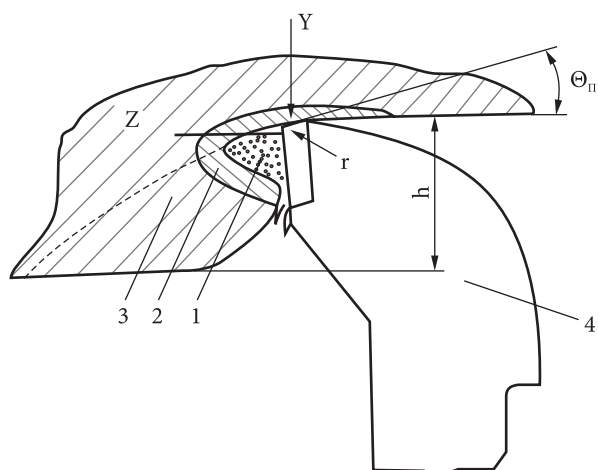


Рис. 2. Схема взаимодействия резца с массивом: 1 – уплотненное ядро; 2 – зона смятия; 3 – зона упругого деформирования; 4 – резец; Y – сила подачи; Z – сила резания

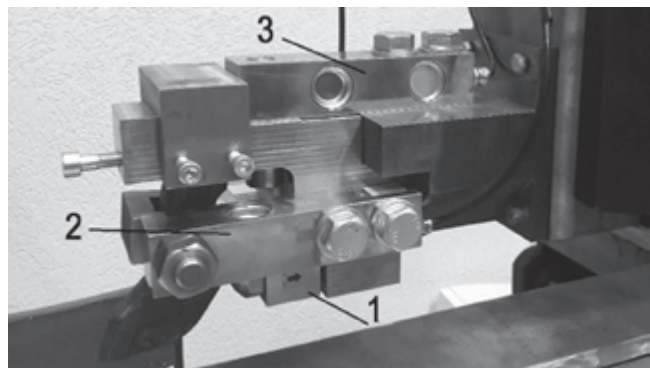


Рис. 3. Система тензодатчиков: 1 – датчик измерения усилия по оси Z ; 2 – датчик измерения усилия по оси X ; 3 – датчик измерения усилия по оси Y

Данный стенд обеспечит:

- более углубленное, дифференцированное исследование процесса резания на уровне формирования фаз последовательных элементарных сколов;
- исследование взаимосвязи силовых и энергетических параметров фаз элементарных сколов, температуры следа среза и выделяемого тепла в зонах зачистки, дробления и измельчения.

Также стенд позволит выработать методику регулирования режима работы, исходя из фактических нагрузок, действующих на резец в каждый момент времени.

Литература

1. Докукин А.В., Красников Ю.Д., Хургин З.Я., Шмарьян Е.М. Корреляционный анализ нагрузок выемочных машин / М.: Наука. – 1969. С. 5.
2. Солод В.И., Зайков В.И., Первов К.М. Горные машины и автоматизированные комплексы: Учебн. для вузов. – М.: Недра. – 1981. С. 22.
3. Габов В.В., Задков Д.А., Лыков Ю.В., Кустриков Э.В. Стенды для исследования процесса

резания угля и калийной соли одиночным резцом горных машин. / Горный информационно-аналитический бюллетень 2015. – С. 128–134.

4. Позин Е.З. Разрушение углей выемочными машинами. – М.: Недра. – 1984.

Installation for Research of Coal Cutting Process in Regimes with Constant Cutting Speed and with Constant Power Exposure

I.D. Klushnik, graduate student of the St. Petersburg Mining University; St. Petersburg

e-mail: ivanklushnik@mail.ru

V.A. Iarmolenko, graduate student of the St. Petersburg Mining University; St. Petersburg

Summary. At underground coal mining in clearing faces mechanized plowing complexes and cleaning combines are generally used. Still one of the main issues arising at coal mining by these mining machines is the problem of increase in productivity of clearing complexes and also a problem of minimization of costs of production (decrease in power consumption).

Increase in productivity of combines is reached not only due to increase in installed power per employee of working mechanisms and constructive decisions on executive bodies, but also by optimization of an operating mode of the extraction machine, in the conditions of the variable durability of the destroyed massif.

The experimental method of researching coal cutting is used because of cutting process complexity and its multiple factor dependence from rock structure, its strength properties, cutting pick, cutting mode and uneven force distribution on cutting pick. The study of cutting on a full-sized bench makes it possible to understand how the loads in the cutter-rock system are distributed in real time, which also allows optimizing the operating mode, taking into account the changing strength of the rock.

In view of the complexity and multifactor dependence of the cutting process on the structure and strength properties of the array, on the cutting regime and the parameters of the cutter, as well as the uneven distribution of forces on the tool, an experimental method for studying coal cutting is used. The study of cutting on a full-sized bench makes it possible to understand how the loads in the cutter-rock system are distributed in real time, which also allows optimizing the operating mode, taking into account the changing strength of the rock.

Keywords: cutter; cutting process; extraction car; clearing combine; operating mode.

References:

1. Dokukin A.V., Krasnikov, Y.D., Khurgin Z.Ya., Marian E.M. Correlation analysis of loadings extraction machines. Publishing house «Science». 1969. p. 5.
2. Solod V.I., Zaykov V.I., Pervov K.M. Mining machines and automated systems: Textbook for universities. Nedra. Moscow, 1981, 503 p., p. 22.
3. Gabov V.V., Zadkov D.A., Lykov Yu.V., Kostikov E.V. Stands for the study of the process of cutting coal and potassium salt by single cutter mining machines. Mountain information and analytical Bulletin. 2015. pp. 128–134.
4. Pozin E.Z. Destruction of coals by excavating machines. Nedra. Moscow, 1984.

Эвристический алгоритм распределения ресурсов для циклических сетевых моделей

И.П. Абросимов

преподаватель ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»; г. Воронеж

В.Е. Белоусов

к.т.н., доцент, зав. кафедрой ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; г. Воронеж

e-mail: belousov@vgasu.vrn.ru

И.В. Поцбенева

к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; г. Воронеж

Аннотация. В статье рассматривается эвристический алгоритм распределения ресурсов для циклических сетевых моделей гибридных систем автоматизированных производств, который позволяет получить опорный план организации производства сложных изделий, доставляющий точный минимум целевой функции. При нехватке ресурса алгоритм его распределения обеспечивает выполнение работ с имеющимся в наличии, при этом события фронта работ упорядочиваются по убыванию в порядке значимости изделий.

Ключевые слова: алгоритм, план, технологическая операция, система, событие.

Введение

При составлении технологических карт сложных работ автоматизированных производств в реальных условиях необходимо учитывать ограничения по основным видам ресурсов, имеющихся в наличии у предприятия. Задачи распределения ресурсов можно различать по классу сетевых моделей, используемых при решении задач, способу задания ограничений на ресурсы, виду целевой функции. При моделировании процессов гибридных сложных систем получили широкое распространение обобщенные (циклические) сетевые модели (ОСМ). Задачи распределения ресурсов на

ОСМ в основном решаются для случаев заданной интенсивности выполнения работ [1]. Возможность изменения интенсивности потребления ресурсов добавляет еще одну степень свободы при поиске ресурсно-допустимого плана и тем самым увеличивает возможность нахождения оптимального плана.

Построение эквивалентных ОСМ

При решении рассматриваемой задачи можно применять ОСМ двух видов: «в терминах работ» и «в терминах событий» [1, 3]. Оба типа моделей могут быть использованы для описания процессов мелиоративного строительства. Однако ОСМ «в терминах работ» более наглядна для технологов и удобна для описания организационно-технологических процессов, поэтому именно она принята в качестве основного способа задания исходной модели. Обобщенные сетевые модели можно разделить по способу задания интенсивности выполнения работ: задание постоянными величинами; границами изменения; особыми точками; функцией. Под «особыми точками» здесь понимаются точки начал и окончаний работ, точки входа или выхода зависимостей между работами, а также точки наложения абсолютных ограничений типа «не ранее» и «не позднее». Местоположение «особой точки» относительно начала работы задается в процентах или в частях от общего объема работы ОСМ (параметр U_{ij}).

Рассмотрим случай, когда такие ограничения не заданы. Для дальнейшего изложения введем обозначения:

A – множество пар точек (P_i^l, P_j^m) , соответствующих дугам ОСМ;

$M1$ – множество точек, в которых заданы абсолютные ограничения «не позднее», D_{iz} ;

$M2$ – множество точек, в которых заданы абсолютные ограничения типа «не ранее», d_{ik} ;

t_i – продолжительность выполнения i -ой работы ОСМ;

ω_i^{max} – максимальное количество, основного ресурса, выделяемое для выполнения i -ой работы;

ω_i^{min} – минимальное количество основного ресурса, выделяемое для выполнения i -ой работы;



V_i – физический объем i -ой работы;
 q_i^γ – производительность ресурса γ на i -ой работе;
 Θ_i – трудоемкость i -ой работы по основному ресурсу, $\Theta_i = V_i' q_i^\gamma$;
 $t_i^{\min}, t_i^{\max}$ – соответственно минимальная и максимальная продолжительности выполнения i -ой работы;
 N – число работ ОСМ;
 L_i – количество «особых точек» i -ой работы.
 ОСМ, фрагмент которой изображен на рис. 1, описывается системой неравенств:

$$T_{jm} \geq T_{il} + \alpha_{jm}^{il}, \forall (P_{il}, P_{jm}) \in A; \quad (1)$$

$$T_{ik} \geq d_{ik}, \forall P_{ik} \in M1; \quad (2)$$

$$T_{ik} \geq D_{iz}, \forall P_{iz} \in M2; \quad (3)$$

$$T_{il+1} - T_{il} \geq (U_{il+1} - U_{il}) \cdot t_i^{\min}, l = \overline{1, L_i}, i = \overline{1, N}; \quad (4)$$

$$T_{il+1} - T_{il} \leq (U_{il+1} - U_{il}) \cdot t_i^{\max}, l = \overline{1, L_i}, i = \overline{1, N}. \quad (5)$$

Опишем организационно-технологическую ситуацию с помощью ОСМ «в терминах событий», когда каждой «особой точке» P_{il} ОСМ «в терминах работ» (рис. 1) сопоставлено событие P_{il} (рис. 2). Модель, изображенная на рис. 2, описывается системой неравенств, аналогичной (1)–(5), которые обеспечивают эквивалентность математического описания организационно-технологического процесса «в терминах работ» и «в терминах событий».

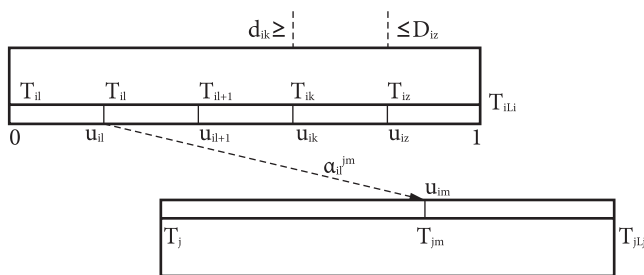


Рис. 1. Фрагмент ОСМ «в терминах работ»

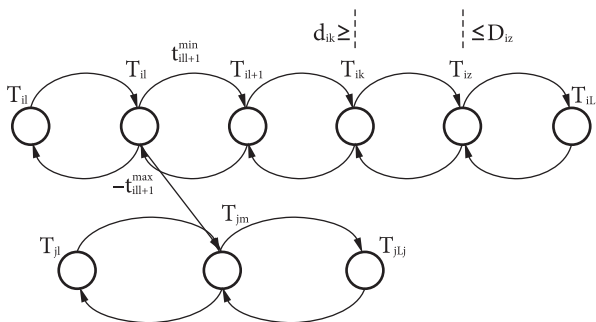


Рис. 2. Фрагмент ОСМ «в терминах событий»

Из этого следует возможность построения алгоритма корректного перехода от исходной ОСМ к расчетной в случае переменной интенсивности выполнения работ.

Пусть ОСМ задана «в терминах работ» (рис. 1), тогда для перехода к расчетной ОСМ необходимо: для каждой «особой точки» P_{il} исходной ОСМ ввести соответствующее событие P_{il} расчетной модели; между событиями P_{il} и P_{il+1} , соответствующими «особым точкам» одной работы, ввести две дуги: (P_{il}, P_{il+1}) и (P_{il+1}, P_{il}) – соответственно минимальная и максимальная границы продолжительности l -ой части i -ой работы; перенести абсолютные ограничения, заданные в «особых точках» в исходной модели, на соответствующие события P_{il} расчетной модели; перенести зависимости между «особыми точками» исходной ОСМ на дуги между соответствующими событиями расчетной модели.

Постановка задачи

Имеется K сложных изделий, каждое из которых задано исходной ОСМ «в терминах работ» или «в терминах событий». Обозначим:

P – множество событий P_{jm} , каждое из которых соответствует m -й «особой точке» j -й работы.

A – множество зависимостей модели, т.е. $A = \{P_{il}, P_{jm}\} \subset P + P$.

Сетевая модель каждого объекта $G(P; A)$ описывается системой неравенств (1)–(5).

Границы продолжительности m -ой части j -ой работы задаются из соотношения:

$$t_{jm}^{\max(\min)} = \frac{Q_j^m}{\omega_j^{\min(\max)}},$$

где: Q_j^m – трудоемкость выполнения m -ой части j -ой работы по ведущему ресурсу γ .

Описанная таким образом сетевая модель [2], в которой переменной T_{jm} соответствуют два события, совпадающие по времени – завершение $(m - 1)$ части j -ой работы и начало m -ой части j -ой работы, содержит в себе требование непрерывного выполнения работ. Для каждой j -ой работы задается потребность в нескладируемых ресурсах типа мощности. Обозначим номер вида нескладируемого ресурса через γ , $\gamma = \overline{1, \Gamma_1}$. Так же задается потребность в материальных ресурсах: номер вида χ , $\chi = \overline{1, \Gamma_2}$. При этом по каждой j -ой работе могут быть заданы минимальная и максимальная потребности в ведущем ресурсе вида γ . В процессе назначения ресурсов на части работ при переходе от одного события к другому в пределах j -ой рабо-

ты количество потребляемого ресурса y может меняться в пределах от ω_j^{ymin} до ω_j^{ymax} , что и обеспечивает изменение длительности выполнения части работы. Это влечет за собой изменение количества всех остальных ресурсов, потребляемых на этой части работы и определяемых назначенным на нее количеством ведущего ресурса.

Пусть $R^y(t)$ и $R^x(t)$ – количество наличных ресурсов соответствующих видов, подлежащих распределению в момент $t \in [T_\pi^h, T_\pi^0]$. Зададим ограничения на количество потребляемых ресурсов складываемого и нескладываемого типа в каждый момент времени:

$$W^y(t) \leq R^y(t), \forall t \in [T_\pi^h, T_\pi^0], \forall y = \overline{1, \Gamma_1}; \quad (6)$$

$$W^x(t) \leq R^x(t) + [R^x(t-1) - W^x(t-1)], \forall x = \overline{1, \Gamma_2}; \quad (7)$$

где: $W^y(t)$ и $W^x(t)$ – количество ресурсов типа y или типа x , потребляемое в момент времени t всеми работами.

Требуется составить календарный план $\{T_{jm}\}$, $j = \overline{1, N}$, $m = \overline{1, L_j}$, удовлетворяющий сформулированным выше ограничениям (1)–(7) и доставляющий оптимум целевой функции.

Приведенные выше особенности организации сложного производства позволяют сделать вывод о целесообразности организации выполнения работ с максимально возможными интенсивностями [4]. Поэтому в качестве целевой функции предлагается:

$$F = \sum_{k,j,m} \lambda_k = (P_{im+1} - T_{jm} - t_{jm}^{min}) \rightarrow \min, \quad (8)$$

где: λ_k – весовой коэффициент, учитывающий сравнительную важность изделия.

Рассматриваемая задача не всегда имеет ресурсно допустимый план, т.е. потребность в ресурсах, необходимых для выполнения работ, может превышать их наличие в какой-то момент времени $t \in [T_\pi^h, T_\pi^0]$. Для обеспечения большей гибкости при решении задачи распределения ресурсов вводятся два уровня наличия ресурсов нескладываемого типа: $R_1^y(t)$ – обычный (первый) уровень и $R_2^y(t)$ – дополнительный (второй) уровень, а также, для каждого изделия k , $k = \overline{1, K}$ задается величина разрешаемой задержки Z_k , указывающая максимальную величину, на которую можно отложить выполнение работ по сравнению с их поздним сроком.

Величины $R_1^y(t)$ и $R_2^y(t)$ определяются следующим образом. Пусть $R_1^y(t)$ – наличие ресурса y на момент времени $t \in [T_\pi^h, T_\pi^0]$. Обозначим:

$\xi_y^I(t)$ – удельный вес простоев ресурса y по причине мелких ремонтов техники;

$\xi_y^{II}(t)$ – удельный вес простоев ресурса y по причине переподготовки производства;

$\xi_y^{III}(t)$ – удельный вес простоев ресурса y по прочим причинам.

Значения $\xi_y^I(t)$, $\xi_y^{II}(t)$, $\xi_y^{III}(t)$ определяются методами математической статистики на основе данных прошлых лет. Тогда первый уровень ресурса y равен:

$$R_1^y(t) = [1 - \xi_y^I(t) - \xi_y^{II}(t) - \xi_y^{III}(t)] \cdot R_0^y(t).$$

Второй уровень ресурса y определяется из условия:

$$0 > R_2^y \leq [1 + \xi_y^I(t) + \xi_y^{II}(t) + \xi_y^{III}(t)] \cdot R_0^y(t).$$

Рассмотрим эвристический алгоритм, позволяющий найти допустимое приемлемое решение задачи распределения ресурсов на ОСМ с переменными интенсивностями выполнения работ.

Шаг 1. Подготовительные процедуры. Если исходная модель задана «в терминах работ», то производим переход от исходной ОСМ к расчетной «в терминах событий».

$$\{T_{jm}^p, T_{im}^n\}, m = \overline{1, L}, j = \overline{1, n}.$$

Шаг 2. Формирование фронта работ. Рассмотрим текущий момент времени $t \in [T_\pi^h, T_\pi^0]$. Обозначим через Φ_t множество событий расчетной модели, для которых $T_{jm}^p = t$. Отбросим из Φ_t события, являющиеся концами работ. В оставшемся множестве $\tilde{\Phi}_t$ выделяем два непересекающихся класса $\tilde{\Phi}_t^1$ события, являющиеся промежуточными «особыми» точками работ, $\tilde{\Phi}_t^2$ – события, являющиеся началами работ, т. е.

$$\tilde{\Phi}_t^1 = \{p_{jm}\}: T_{jm}^p = t, m \neq 1, m \neq L_j;$$

$$\Phi_t^1 = \{p_{jm}\}: T_{jm}^p = t, m = 1.$$

Шаг 3. Формирование очереди. Для работ, которые к текущему моменту времени t уже выполнялись, ресурсы выделяются обязательно, поэтому события, принадлежащие множеству $\tilde{\Phi}_t^1$, ставим в очереди раньше, чем события из множества $\tilde{\Phi}_t^2$. Внутри множеств $\tilde{\Phi}_t^1$ и $\tilde{\Phi}_t^2$ очередь событий, рассматриваемых в текущий момент времени t , при назначении ресурсов формируется, исходя из следующих приоритетных правил. События упорядочиваются в порядке убывания важности



изделий, выраженной величиной λ_k , затем – в порядке возрастания резервов времени. Рассмотрим множество событий Φ_t^1 . Учитывая требование непрерывности выполнения работ, запретим выдвигать из фронта события $P_{jm} \in \Phi_t^1$. Событие $P_{jm} \in \Phi_t^1$ стоит в очереди раньше события P_{il} , если для событий P_{jm+1} и P_{il+1} выполняется условие:

$$\min(r_{jm+1}^0, r_{jm+1}^f) < \min(r_{il}^0, r_{il+1}^f),$$

где: r_{jm+1}^0 – общий резерв m -ой части j -ой работы исходной модели; r_{jm+1}^f – общий резерв m -ой части j -ой работы модели, с фиксированными работами. Таким образом, предусмотрена возможность выдвигания из фронта событий, являющихся началами работ.

Шаг 4. Назначение ресурсов на работы. Обозначим количество ресурса γ , назначаемого для выполнения m -ой части j -ой работы, как ω_{jm}^y , причем $\omega_j^{ymin} \leq \omega_{jm}^y \leq \omega_j^{ymax}$. Определяем количество ресурса $R^y(t)$, подлежащее распределению в момент времени t , исключив из рассмотрения количество ресурса γ , используемого на работах, не имеющих в данный момент времени «особых точек». Процедура назначения j -ой работы на обслуживание заключается в выделении ресурсов на ее выполнение. Сначала ресурсы назначаются на части работ, начинающиеся событиями $P_{jm} \in \Phi_t^2$. Принимаем $\omega_{jm}^y = \omega_{jm-1}^y$, что обеспечивает выполнение ранее начатых работ с той же интенсивностью. Затем ставим на обслуживание события $P_{jm} \in \Phi_t^2$. При этом

$$\omega_{j1}^y = \frac{Q_{jm}^y}{T_{j2}^p - T_{j1}^p},$$

где $T_{j2}^p - T_{j1}^p$ – продолжительность первой части j -ой работы, определенная на основе плана ранних сроков.

После постановки на обслуживание очередного события P_{jm} фронта уменьшаем $R^y(t)$ на величину ω_{jm}^y . Если при рассмотрении очередного события P_{jm} возникает ситуация, когда $\omega_{jm}^y > R^y(t)$, т.е. образуется дефицит ресурса γ , то выполняются следующие действия: при переходе к выполнению шага 5; при $P_{jm} \in \Phi_t^2$ и $R^y(t) = 0$ выполняем шаг 6; при $P_{jm} \in \Phi_t^2$ и $0 < R^y(t) < \omega_{jm}^y$ переходим к выполнению шага 5. Возможна также ситуация, когда все события фронта Φ_t поставлены на обслуживание, а величина $R^y(t) > 0$. В этом случае для распределения образовавшегося избытка ресурса γ между работами переходим к выполнению шага 5. Если же

$R^y(t) = 0$, то переходим к шагу 2 для рассмотрения следующего момента времени $t' = t + l \in [T_\pi^h, T_\pi^h]$.

Шаг 5. Изменение интенсивности выполнения работ. Этот этап выполняется в двух случаях: при дефиците или избытке ресурса γ . Устранение дефицита ресурса $\Delta\gamma = \omega_{jm}^y - R^y(t)$ возможно путем снижения интенсивности потребления ресурса γ за счет увеличения длительности m -ой части j -ой работы. Для этого ее продолжительность t_{jm}^j необходимо увеличить на величину $\Delta t_{jm} = \frac{Q_{jm}^y}{R^y(t)} - t_{jm}^j$. Если резерв события P_{jm+1} позволяет это сделать, т.е. $\Delta t_{jm} \leq \min(r_{jm+1}^0, r_{jm+1}^f)$ то ставим событие P_{jm} на обслуживание и назначаем ресурс γ в количестве $\omega_{jm}^y = R^y(t)$. При этом новый срок окончания m -ой части j -ой работы $T_{jm+1} = T_{jm}^p + \Delta t_{jm}$. В противном случае, когда $\Delta t_{jm} > \min(r_{jm+1}^0, r_{jm+1}^f)$ продолжительность t_{jm}^j увеличиваем ровно на величину резерва и назначаем на выполнение m -ой части j -ой работы ресурс γ в количестве $\omega_{j1}^y = \frac{Q_{jm}^y}{t_{jm}^p - \Delta t_{jm}^j}$, где $\Delta t_{jm}^j > \min(r_{jm+1}^0, r_{jm+1}^f)$. Соответственно $T_{jm+1} = T_{jm+1}^p + \Delta t_{jm}^j$. В результате дефицит ресурса $\Delta\gamma$ уменьшается на величину $\omega_{jm}^y - \omega_{j1}^y$. Эти действия выполняются до тех пор, пока величина $\Delta R^y(t)$ не станет равной нулю. После этого выполняется шаг 7. Если же устранить дефицит ресурса не удалось, переходим к выполнению шага 8. Использование избытка ресурса, оставшегося после постановки на обслуживание всех событий фронта Φ_t , осуществляется посредством увеличения интенсивности выполнения частей некоторых работ в пределах их минимально возможных длительностей. Затем переходим к шагу 7.

Шаг 6. Выдвижение событий из фронта. Этот этап выполняется, если при рассмотрении очередного события $P_j \in \Phi_t^2$, являющегося началом j -ой работы, требующей ресурс ω , величина $R^y(t) = 0$. Если резерв события P_{ji} больше нуля, то срок начала j -ой работы T_{ji} увеличивается на единицу, т.е. событие выдвигается из фронта и осуществляется переход к выполнению шага 7. В противном случае (у события P_{ji} нет резерва) переходим к выполнению шага 8.

Шаг 7. Временной пересчет плана ранних сроков. При каждом изменении срока T_{jm} свершения события $P_{jm} \in \Phi_t$ в пределах его резерва необходимо рассчитать новые значения ранних сроков совершения и резервов событий, не поставленных на обслуживание. Затем переходим к выполнению шага 2.

Шаг 8. Использование дополнительных ресурсов. В случае, когда для устранения дефицита какого-либо ресурса γ резерв рассматриваемого

события P_{jm} не позволяет изменить интенсивность выполнения m -ой части j -ой работы ($P_{jm} \in \tilde{\Phi}_t$) или выдвигать его из фронта ($P_{jm} \in \tilde{\Phi}_t^2$), рассматривается возможность использования дополнительного уровня ресурса $R_2^Y(t)$.

Введем понятие динамического запаса времени события P_{jm} :

$$\beta_{jm} = T_{jm}^n + Z_k - t.$$

Если $\beta_{jm} < \tau_k$, то полагаем $R^Y(t) = R_2^Y(t)$, что дает возможность постановки события P_{jm} на обслуживание. При $\beta_{jm} \geq \tau_k$, т.е. использование $R_2^Y(t)$ не разрешено в момент t , вводим для m -ой части j -ой работы признак $Y_{jm}=1$, а событие P_{jm} ставим на обслуживание, назначая ему необходимое количество ресурса ω_{jm}^Y . При практическом использовании полученных плановых решений части работ, отмеченные признаком $Y_{jm}=1$, обеспечиваются имеющимися в наличии ресурсами за счет увеличения производительности. Затем переходим к выполнению шага 5 при $P_{jm} \in \tilde{\Phi}_t^1$, или шага 6 при $P_{jm} \in \tilde{\Phi}_t^2$. Таким образом, производится постановка на обслуживание всех событий сети P_{jm} и фиксация плановых сроков их свершения $\{T_{jm}\}$.

Анализ полученных результатов

Полученный календарный план $\{T_{jm}\}$ является приемлемым решением. Приведенный алгоритм обеспечивает практически приемлемое значение целевой функции (8), близкое к оптимальному:

- события фронта упорядочиваются по убыванию λ_k ; таким образом, изменение интенсивности выполнения (увеличение продолжительности) производится в первую очередь у работ наименее важных изделий (шаг 3 и шаг 5);

- план ранних сроков $\{T_{jmr}\}$, являющийся опорным для данного алгоритма, дает достаточно хорошее приближение к оптимальному значению целевой функции (8) для большинства используемых классов ОСМ при неограниченных ресурсах. В алгоритме также предусмотрена возможность получения опорного плана, доставляющего точный минимум целевой функции (8) (шаг 1).

- при нехватке ресурса продолжительности t_{jm} частей работ увеличиваются на минимально возможную величину Δt_{jm} позволяющую продолжить выполнение работ с имеющимися в наличии ресурсами.

Выводы и рекомендации

Сформированный по приведенному алгоритму план $\{T_{jm}\}$ удовлетворяет всем исходным требованиям непрерывности, выполнения работ в директивные сроки, а также обеспечивает соблюдение ограничений по ресурсам. Практическое использование таких календарных планов может существенно повысить эффективность организации производства за счет снижения себестоимости технологических операций сложного изделия, а также рационального использования ресурсов типа мощности.

Литература

1. Баркалов С.А., Нгуен Ван Жанг, Нгуен Тхань Жанг. Алгоритм расчета временных параметров графа и прогнозирование срока завершения моделируемого процесса // Системы управления и информационные технологии. – 2013. – № 3.1. – С. 116–119.
2. Белоусов В.Е., Кончаков С.А. Алгоритм для оперативного определения состояний объектов в многоуровневых технических системах // Экономика и менеджмент систем управления. – 2015. – № 3.2. – С. 227–232.
3. Белоусов В.Е., Кончаков С.А./ Алгоритм для анализа вариантов решений в многокритериальных задачах // Системы управления и информационные технологии. – 2015. № 4. – С. 31–33.
4. Голенко-Гинзбург Д.И. Статистические модели в управлении производством. – М: Статистика, 1973.

Heuristic Algorithm of Distribution of Resources for Cyclic Network Models

I.P. Abrosimov, the teacher of the Military Educational-Scientific Center of the Air Force «The Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin»; Voronezh

V.E. Belousov, candidate of technical sciences, associate professor, head of the department of Federal state-funded educational institution of the higher education «The Voronezh state technical university»; Voronezh

e-mail: belousov@vgasu.vrn.ru

I.V. Potsebnova, candidate of technical sciences, associate professor, Federal state-funded educational institution of the higher education «The Voronezh state technical university»; Voronezh

Summary. In article the heuristic algorithm of distribution of resources for cyclic network models of hybrid systems of the automated productions which allows to receive the basic plan of the organization of



production of difficult products delivering an exact minimum of criterion function is considered. At the shortage of a resource the algorithm of his distribution provides performance of work with available, at the same time events of a scope of work are ordered on decrease as the importance of products.

Keywords: algorithm, plan, technological operation, system, event.

References:

1. Barkalov S.A., Nguyen Van Zhang, Nguyen Than Zhang. An algorithm of calculation of

temporary parameters of the count and forecasting of a date of completion of the modelled process. *Control systems and information technologies*. 2013, No. 3.1. pp. 116–119.

2. Belousov V.E., Konchakov S.A. An algorithm for expeditious definition of conditions of objects in multilevel technical systems. *Economy and management of control systems*. 2015, No. 3.2. pp. 227–232.

3. Belousov V.E., Konchakov S.A. An algorithm for the analysis of versions of decisions in multicriteria tasks. *Control systems and information technologies*. 2015, No. 4. pp. 31–33.

4. Golenko-Ginzburg D.I. Statistical models in production management. *Statistics*. Moscow, 1973.

Применение риск-ориентированного подхода в производстве железобетонных изделий

О.Е. Смирнова

к.т.н., доцент кафедры строительных материалов, стандартизации и сертификации НГАСУ (Сибстрин); г. Новосибирск

e-mail: smirnova.olj@yandex.ru

Н.С. Бобров

магистрант НГАСУ (Сибстрин); г. Новосибирск

Аннотация. В статье рассматривается возможность применения риск-ориентированного подхода для управления качеством в производстве железобетонных изделий в связи с требованиями стандарта ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Для этого, учитывая специфику сферы производства строительных материалов, проводится обзор наиболее практически применимых методов управления рисками, а также подробно рассматривается применение одного из них – метода HAZOP-анализа.

Ключевые слова: риск, качество, метод, HAZOP, железобетон.

Качество производимых строительных материалов и изделий является одним из важнейших факторов безопасности возводимых объектов капитального строительства. Согласно статье 34 Федерального закона от 30.12.2009 N 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013) «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», строительство здания или сооружения должно осуществляться с применением строительных материалов и изделий, обеспе-

чивающих соответствие здания или сооружения требованиям настоящего ФЗ и проектной документации [1]. Этот же закон содержит требования по подтверждению соответствия систем управления качеством строительных предприятий.

В настоящее время подтверждение соответствия или сертификация систем менеджмента качества (далее СМК) носит добровольный характер и проводится на соответствие национальному стандарту ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования».

Данный стандарт входит в серию стандартов ИСО и является пятой версией. Вышедший в 2015 г. стандарт значительно отличается от предыдущей версии (2008 г.). Основным существенным отличием стал риск-ориентированный подход, позволяющий организации определять факторы, которые могут привести к отклонению от запланированных результатов процессов и СМК организации, а также такой подход дает предупреждающие средства управления для минимизации негативных последствий и максимального использования появляющихся возможностей [2].

Возникает вопрос: что такое риск, возможности и нежелательные последствия? Согласно ГОСТ Р ИСО 9000-2015, **риск** – это влияние неопределенности. Стандарт ГОСТ Р ИСО 31000-2010 определяет **риск** как влияние неопределенности на цели. Стандарт ГОСТ Р 51901.1-2002 «Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем» определяет **риск** как сочетание вероятности события и его последствий. ГОСТ Р 54934-2012 «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования» дает следующее определение: **риск** – это сочетание вероятности того, что опасное

событие произойдет или воздействие будет иметь место, и тяжести травмы или ухудшения состояния здоровья, которые могут быть вызваны этим событием или воздействием.

Обобщая приведенные термины, можно сказать, что риск – это любая неопределенность, которая может иметь положительные или отрицательные воздействия [4].

Положительное отклонение, вытекающее из риска, может создать возможность, но не все положительные отклонения приводят к возможностям [3].

Возможность – это вероятность возникновения события, которое окажет положительное воздействие в процессе достижения поставленных целей и будет способствовать созданию или сохранению стоимости. Руководство рассматривает возникающие возможности при разработке стратегии и постановке целей и разрабатывает планы по их оптимальному использованию [4].

В отношении рисков и возможностей в организации должны быть разработаны следующие действия, с учетом требований ГОСТ Р ИСО 9001-2015:

- учет рисков и возможностей (п. 4.4.1 (f));
- применение в организации риск-ориентированного подхода (п.5.1.1(d));
- определение и рассмотрение рисков и возможностей (5.1.2 (b));
- планирование действий по рискам (6.1.1);
- оценка рисков и возможностей (6.1.1);
- реагирование на риски и возможности (6.1.1).

При этом важно понимать, что рассмотрение рисков и возможностей проводится на разных уровнях управления предприятием. Так, на уровне всей организации рассматриваются риски и возможности, которые могут повлиять на стратегические цели, положение на рынке, стратегию развития. На уровне системы управления качеством риски и возможности влияют на удовлетворенность потребителей, возможности организации по реализации их ожиданий и требований. А риски и возможности на уровне отдельных процессов оказывают влияние на цели и результаты процессов.

В данной статье рассматривается управление рисками на уровне технологических процессов с целью предупреждения появления несоответствий, уменьшения процента брака и совершенствования этих процессов в целом. Выявление потенциальных возможностей более рационально проводить для проектируемых процессов или систем.

Прежде чем внедрить риск-менеджмент в организацию, необходимо выбрать методику, которая позволит на постоянной основе собирать информацию о рисках и возможностях, оценивать их значимость и планировать действия реагирования (что является основой постоянного улучшения СМК). Тем более что в сфере производства строительных материалов имеются свои особенности с точки зрения сложности выявления рисков:

- большое количество операций, слабо зависящих друг от друга (например, процесс дозирования компонента слабо влияет на следующий за ним процесс транспортирования в бетоносмеситель);
- низкий уровень автоматизации производства, что означает высокую вероятность влияния на него человеческого фактора;
- высокая вариативность причин и последствий отказов (на причины могут влиять факторы поставщика, окружающей среды, организационные и др., среди последствий встречаются: изменение какого-либо показателя качества продукта – прочность, толщина защитного слоя бетона до арматуры, геометрические размеры и т.д., изменение времени выполнения технологических операций, нарушение технологии производства и др.).

Традиционно на заводах по производству строительных материалов проводится только контроль качества, без анализа и управления несоответствиями.

Для выбора методики на сегодняшний день сформирована большая нормативная база по управлению рисками (табл. 1). В приведенных стандартах описывается более 30 методов обнаружения и оценки рисков. Кроме того, действуют также отраслевые стандарты.

Таблица 1.

Стандарты по управлению рисками

Обозначение	Наименование
ГОСТ Р ИСО 31000-2010	Менеджмент риска. Принципы и руководство
ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011	Менеджмент риска. Методы оценки риска
ГОСТ Р 51897-2011	Менеджмент риска. Термины и определения
ГОСТ Р 51901.1-2002	Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем
ГОСТ Р 51901.5-2005	Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности
ГОСТ Р 51901.6-2005	Менеджмент риска. Программа повышения надежности
ГОСТ Р 51901.11-2005	Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство
ГОСТ Р 51901.12-2007	Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов
ГОСТ Р 56275-2014	Менеджмент рисков. Руководство по надлежащей практике менеджмента рисков проектов



После проведения анализа методов обнаружения и оценки рисков с точки зрения наиболее приближенных к сфере производства строительных материалов были выбраны следующие: предварительный анализ опасностей (PНА), анализ видов и последствий отказов (FMEA), техническое обслуживание, направленное на обеспечение надежности (RCM), и метод исследования опасности и работоспособности (HAZOP).

Проведем краткий обзор данных методов.

1. Предварительный анализ опасностей (PНА) заключается в простом перечислении известных экспертам сбоев и отклонений в системе, таким образом формируется перечень рисков. Несмотря на то, что метод не отличается систематическим подходом, его можно применять в управлении качеством продукции, так как он дает общее представление об угрозах, при этом экономичен и прост в применении.

2. Анализ видов и последствий отказов (FMEA) позволяет выявить потенциальные дефекты, просчитать их причины и последствия, оценить риски их появления и необнаружения на предприятии и принять меры для устранения или снижения вероятности и ущерба от их появления. Методика зарекомендовала себя в различных областях промышленности и отличается математическим подходом при оценке рисков. Однако без соответствующего контроля исследование может стать трудоемким и затратным.

3. Техническое обслуживание, направленное на обеспечение надежности (RCM), подразумевает разработку специальной политики управления в отношении наиболее значимых отказов в оборудовании, с целью повышения его надежности и снижения вероятности сбоев или отказов. Применение метода RCM для управления качеством позволит устранить значительную часть рисков, связанных с оборудованием. При этом важно иметь полную информацию о состоянии технологической оснастки, ее возможностях, условиях эксплуатации и т.д.

4. Метод исследования опасности и работоспособности (Hazard and Operability Study, HAZOP) предполагает проведение группового обсуждения потенциальных проблем с использованием управляющих слов (подсказок) типа «больше», «также», «часть» и др., примененным к соответствующим параметрам (температура, время и т.д.), для проверки наличия отклонений каждого элемента системы. Данный метод применим при производстве ЖБИ, так как выявляет различные виды рисков и характеризуется систематическим подходом.

5. Матрица последствий и вероятностей является средством объединения оценок последствий и вероятностей уже выявленных рисков и применяется для их ранжирования по уровням. Например, он может быть применен совместно с методом

HAZOP с целью ранжирования полученных рисков и выработки управленческих решений.

Из вышеперечисленных методов был выбран метод HAZOP для управления рисками на производстве железобетонных плит перекрытия с целью снижения уровня несоответствующей продукции (брака). Рассматриваемое предприятие – ООО «ЗЖБИ-2» (г. Новосибирск). В России метод HAZOP в настоящее время применяется в основном для выявления рисков аварийных ситуаций в нефтегазовой промышленности и в других областях с повышенным уровнем опасности для здоровья людей и экологии (в атомной, химической, электротехнической и подобных видах промышленности).

Для управления рисками применять HAZOP-метод целесообразно, так как он имеет нормативную базу и подробно документируется, что делает возможным внедрение его в рамках СМК и обеспечения мониторинга и контроля за его проведением. Кроме того, HAZOP имеет систематический подход при выявлении рисков (один из немногих), позволяет разрабатывать управляющие действия и определять их результативность (в отличие, например, от метода мозгового штурма).

Для применения метода было проведено разделение процесса производства на элементы – простые операции – и составлен их перечень (табл. 2).

Таблица 2.

Элементы процесса производства

№ п/п	Элемент системы
1	Хранение цемента
2	Хранение инертных материалов
3	Хранение арматурной стали
4	Хранение форм
5	Транспортирование цемента в раздаточный бункер
6	Транспортирование инертных материалов в раздаточные бункеры
7	Транспортирование воды в раздаточную емкость
8	Дозирование цемента
9	Дозирование инертных материалов
10	Дозирование воды
11	Изготовление арматурных сеток
12	Транспортирование арматурных сеток на пост формовки
13	Изготовление бетонной смеси
14	Чистка и смазка форм
15	Ремонт форм
16	Установка арматурного каркаса в форму
17	Укладка бетонной смеси в форму
18	Выдержка заформованных изделий
19	ТВО
20	Контроль ТВО
21	Распалубка
22	Хранение готовых изделий

Каждая операция при неправильном ее выполнении может влиять на показатели готовой продукции, являющиеся в данном исследовании **последствиями отклонений**. Последствия определяются на основе требований к продукции (ГОСТ 9561-91): класс бетона по прочности на сжатие, отпускная прочность бетона, толщина защитного слоя бетона до арматуры, соответствие арматурных и закладных изделий рабочим чертежам, прочность сварных соединений, точность геометрических параметров, ширина раскрытия технологических трещин, показатели категории бетонной поверхности, а также прочность, жесткость и трещиностойкость готового изделия.

Согласно ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011: «В процессе исследования *HAZOP* рассматривают проект и требования к исследуемым процессу, процедуре или системе, подразделяют их на части и проводят анализ каждой из этих частей, чтобы обнаружить, какие отклонения от намеченного исполнения могут произойти, что может быть причиной возможных отклонений и какова вероятность их последствий. Этих целей достигают путем *систематического исследования того, как каждая часть системы, процесса или процедуры реагирует на изменения основных параметров при использовании подходящего управляющего слова*» [5].

Список таких слов, носящий рекомендательный характер, приведен в ГОСТ Р 51901.11-2005. В нашем случае принято решение использовать следующие управляющие слова:

- НЕТ (полное отрицание целей проекта);
- БОЛЬШЕ (увеличение количества);
- МЕНЬШЕ (уменьшение количества);
- ЧАСТЬ (качественное изменение/уменьшение);
- ЗАМЕНА (логическая противоположность целям проекта);
- ПОЗДНО (относительно времени);
- ПРЕЖДЕ (относится к порядку или последовательности).

В результате были рассмотрены все операции процесса производства плит перекрытия с точки зрения возможных отклонений, определены их причины и последствия, оценена вероятность и установлены управляющие воздействия. Вероятность события в данном исследовании определяется как качественная характеристика частоты события и имеет следующие градации: частое, вероятное, случайное, маловероятное, неправдоподобное, невероятное.

Результаты работы группы экспертов заносятся в специальную форму (табл. 3). В таблице представлены выявленные потенциальные отказы на этапе **хранения и транспортирования в раздаточные бункеры сырьевых компонентов**.

Для остальных этапов проведен такой же анализ. Так, этапе **дозирования сырьевых компонентов** были выявлены возможные отклонения, проявляющиеся как: отсутствие дозирования (дозирование «на глаз») цемента, инертных материалов (ИМ), воды; неточное дозирование всех компонентов; нарушение порядка дозирования сырьевых компонентов (например, отправление цемента в бетоносмеситель раньше ИМ). Причинами отклонений на данном этапе производства являются: человеческий фактор, поломка или неисправность дозатора. Последствия – трещины в бетоне, снижение его прочности, непредсказуемость качества, завышение класса по прочности, а также изменение защитного слоя бетона до арматуры.

На этапах изготовления и транспортирования на пост формирования арматурных сеток были выявлены возможные отклонения, проявляющиеся как: невыполнение этапа подготовки арматурной стали, неправильная подготовка арматурной стали, замена или неполное изготовление арматурных каркасов, а также их замена или неполное транспортирование на пост формирования. Основной причиной данных отклонений является человеческий фактор, а также поломка станков и низкая квалификация рабочих. Последствия – снижение жесткости каркаса, недостаточная толщина защитного слоя бетона до арматуры, появление на ней ржавчины и снижение прочности сварных соединений.

На этапах **изготовления и транспортирования бетонной смеси на пост формирования** были выявлены возможные отклонения, проявляющиеся как: простаивание бетоносмесителя с загруженными компонентами, простаивание готовой смеси в бетоносмесителе, неполная выгрузка смеси из бетоносмесителя или бетоновозки. Причинами отклонений на данных этапах производства являются: низкое качество сырья, отсутствие защиты бетоносмесителя от крупных кусков заполнителя, человеческий фактор, поломка бетоносмесителя, низкая квалификация рабочих, отключение электроэнергии. Последствия – снижение прочности бетона, недостаточная толщина защитного слоя арматуры, изменение геометрических параметров, снижение жесткости изделия.

На этапах **чистки, смазки и ремонта металлических форм** были выявлены возможные отклонения, проявляющиеся как: неполная чистка и смазка формы, неправильная смазка, замена детали неподходящей запасной частью во время ремонта формы. Причинами отклонений на данных этапах производства являются: низкая квалификация рабочего, отсутствие или недостаток запасных деталей для формы. Последствия – уменьшение толщины защитного слоя арматуры, ухудшение качества поверхности изделия, изменение геометрических параметров, снижение жесткости изделия.

Таблица 3.

Результаты исследования HAZOP

Название исследования: ПРОЦЕСС ПРОИЗВОДСТВА МНОГОПУСТОТНЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ							Лист 1 из 4
Состав группы:							Дата заседания: 22.05.2017
Цель проекта: СНИЖЕНИЕ УРОВНЯ БРАКА							
Процесс	№ п/п	Управляющее слово	Отклонение	Причина	Последствие	Вероятность	Требуемые действия
Хранение цемента	1	ЗАМЕНА	Неправильное хранение цемента	Протекание силоса цемента	Снижение прочности бетона	Вероятное	Ремонт или замена оборудования
	2	ПРЕЖДЕ	Загрузка нового цемента в непустой силос	Человеческий фактор	Непредсказуемость характеристик бетона	Случайное	Повышение производственной дисциплины
Хранение инертных материалов	3	ПОЗДНО	Долгое хранение инертных материалов	Остановка производства	Снижение отпускной прочности бетона	Маловероятное	Внести изменения в инструкции: перемешивание после остановки производства
Транспортирование цемента в раздаточный бункер	4	ЧАСТЬ	Подача слишком высокой или низкой марки цемента	Человеческий фактор	Низкая прочность бетона	Маловероятное	Повышение производственной дисциплины
Транспортирование инертных материалов в раздаточные бункеры	5	ЗАМЕНА	Попадание посторонних предметов в бункер	Человеческий фактор	Снижение прочности бетона	Вероятное	
	6		Полная замена щебня	Человеческий фактор	Непредсказуемость качества бетона	Маловероятное	

На этапе **установки арматурного каркаса в форму** были выявлены возможные отклонения, проявляющиеся как неполная и неправильная установка элементов арматурного каркаса. Причиной является низкая квалификация рабочего. Последствия – снижение прочности и жесткости изделия.

На этапе **укладки бетонной смеси в форму** были выявлены возможные отклонения, проявляющиеся как: невыполнение вибрирования, недостаточное или слишком долгое вибрирование, попадание посторонних предметов в форму, извлечение пустообразователей до того, как вибрация полностью прекратилась. Причиной отклонений на данном этапе производства являются: человеческий фактор, поломка виброплощадки, низкая квалификация рабочего. Последствия – снижение прочности и жесткости изделия, изменение геометрических параметров изделия, оголение арматуры.

На этапах **выдержки, тепловлажностной обработки (ТВО)** заформованных изделий и контроля ТВО были выявлены возможные отклонения, проявляющиеся как: невыполнение или недостаточное выполнение процесса предварительной

выдержки, неправильная строповка заформованного изделия при транспортировании, установка формы в камеру ТВО без прокладок, невыполнение процесса транспортирования пара в камеру ТВО, неправильное управление режимом ТВО, преждевременное открытие камеры ТВО, невыполнение или неправильное выполнение процесса контроля ТВО.

Причинами отклонений на данных этапах производства являются: занятость или захламливание поста выдержки форм, человеческий фактор, низкая квалификация рабочего, поломка системы контроля ТВО или системы подачи пара. Последствия – уменьшение защитного слоя арматуры, изменение геометрических параметров изделия, снижение жесткости и отпускной прочности изделия, непредсказуемая прочность бетона, образование трещин.

На этапе **хранения готовых изделий** было выявлено возможное отклонение, проявляющееся как неправильная укладка готовых изделий, причиной которого является низкая квалификация рабочего. Последствия – образование трещин, снижение жесткости изделия.

Таким образом, всего в результате HAZOP-исследования процесса производства железобетонных плит перекрытия было выявлено 43 возможных риска (отклонения) различного рода.

При анализе полученных таблиц с результатами выделены отклонения, которые имеют достаточно серьезные последствия в сочетании с вероятностью такого события выше значения «ВЕРОЯТНО». В зависимости от вида причины выделенные отклонения были разделены на три группы:

1) *отказы, вызванные техническими проблемами* (рекомендуется ремонт или замена соответствующего оборудования):

- неправильное хранение цемента;

2) *отказы, вызванные низкой квалификацией рабочих* (рекомендуется провести повышение квалификации соответствующего персонала):

- неполная смазка форм;
- неправильная строповка заформованного изделия при транспортировании;
- неправильная укладка готовых изделий;

3) *отказы, вызванные человеческим фактором* (рекомендуется повышение производственной дисциплины в соответствующих подразделениях):

- попадание посторонних предметов в бункеры ИМ;
- слишком долгое вибрирование заформованного изделия;
- контролер поздно заметил повышение температуры в камере ТВО.

На основе проведенного исследования разработан алгоритм применения методики HAZOP для управления качеством продукции в производстве строительных материалов.

1. Этап «определение». Распоряжением руководства организации назначается ведущий группы HAZOP (лидер), который вместе с руководством устанавливает цель и область определения исследования, обязанности и ответственность членов группы. После чего руководство назначает членов группы – специалистов, каждый из которых выполняет определенную роль: регистратор исследования, проектировщик исследуемой системы, пользователь специалист, ремонтник.

Целью исследования HAZOP на ООО «ЗЖБИ-2» является: снижение процента брака среди железобетонных плит перекрытия. Поиск проблем проводится внутри предприятия при условии полного контроля качества. В обязанности членов группы входит, помимо выявления рисков, оценка их вероятности и разработка управляющих воздействий.

2. Этап «подготовка». Перед началом исследования лидер группы HAZOP подготавливает описание проекта, в котором, при участии проектировщика, система разделяется на составные части, приводятся технические детали исследуемой

системы. Описание проекта включается в план исследования, в нем прописываются цели и состав группы, график заседаний, формы регистрации, а также список предлагаемых для использования управляющих слов и их интерпретации.

3. Этап «экспертиза». Когда лидер группы составил план исследования, проводятся заседания, на которых изучаемая система поэтапно проверяется на наличие возможных отклонений. Есть два варианта поэтапной проверки:

- группа последовательно проверяет каждый элемент системы, применяя к нему весь список управляющих слов;
- группа анализирует наличие отклонений по каждому управляющему слову, применяя его для всех элементов системы.

4. Этап «документация и продолжение». Применение всех управляющих слов регистрируется. Разрабатываются управляющие воздействия, назначаются ответственные за их выполнение. Результаты экспертизы заносятся в рабочие таблицы (табл. 3), которые вместе с входными данными (схемы, чертежи, требования и т. п.) включаются в итоговый отчет.

Для проверки выполнения рекомендаций, составленных по результатам HAZOP, устанавливается срок (например, один год), по истечении которого организуется новое исследование. Показателем результативности управляющих воздействий может быть процент бракованной продукции за год.

В результате проведенного исследования применимости метода HAZOP для управления качеством в производстве железобетонных изделий можно сделать выводы:

1) применение риск-ориентированного подхода позволяет проводить системное совершенствование процесса производства, что особенно необходимо делать в условиях наблюдающегося в последнее время спада объемов строительства и повышения конкуренции;

2) нормативная база, действующая в России, достаточно развита и содержательна, чтобы любая организация могла на ее основе внедрить у себя риск-ориентированный подход;

3) применение метода HAZOP позволяет выявить слабые места всех технологических операций, угрожающие качеству продукции, разработать комплекс мероприятий по устранению наиболее значительных недостатков производственного процесса.

Литература

1. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 30.12.2009 N 384-ФЗ (ред. от 02.07.2013). Режим доступа: Система «Консультант-Плюс».



2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015. Система менеджмента качества. Требования. – Введ. 2015-09-28. М.: Изд-во стандартов. – 2015. – 32 с.

3. Смирнова О.Е., Алмаева И.О., Головачева Н.А. Управление рисками производства строительного материала в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 9001-2015 // Качество продукции: контроль, управление, повышение, планирование: сб. науч. тр. Международной научно-практической конференции (17-18 ноября 2016 г.). ЮЗГУ, ЗАО «Университетская книга». – Курск. – 2016. – С. 255–258.

4. Steinberg R.M., Everson M.E.A., Martens F.J., Nottingham L.E. Enterprise Risk Management – Integrated Framework. Application Techniques. 2004. 105 p. Available at: <http://www.macs.hw.ac.uk/~andrewc/erm2/reading/ERM%20-%20COSO%20Application%20Techniques.pdf> (accessed 8 June 2017). : Пер. изд.: Высоцкая О., Роджерс Т., Терещенко Л. Управление рисками организаций. Интегрированная модель. Краткое изложение. Концептуальные основы. [Электронный ресурс]: сайт Комитета спонсорских организаций Комиссии Тредвея (COSO). – М. – 2004. – 109 с. Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. URL: https://www.coso.org/documents/coso_ERM_ExecutiveSummary_Russian.pdf (дата обращения: 08.06.2017).

5. Менеджмент риска. Методы оценки риска [Электронный ресурс]: ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011. Введ. 2012-12-01. Режим доступа: Система «Техэксперт».

Application of Risk-Oriented Approach in Production of Reinforced Concrete Products

O.E. Smirnova, *candidate of technical sciences, associate professor at the department of construction materials, standardization and certification of Novosibirsk state university of architecture and civil engineering (Sibstrin); Novosibirsk*

e-mail: smirnova.olj@yandex.ru

N.S. Bobrov, *undergraduate of Novosibirsk state university of architecture and civil engineering (Sibstrin), Novosibirsk; Novosibirsk*

Summary. The article examines the possibility of applying a risk-based approach to quality management in the production of reinforced concrete products in connection with the requirements of GOST R ISO 9001-2015. To do this, taking into account the specifics of the production of construction materials, an overview of the most applicable methods of risk management is provided, and the application of one of them, the HAZOP-analysis method, is also discussed in detail.

Keywords: risk, quality, method, HAZOP, reinforced concrete.

References:

1. Technical regulations about safety of buildings and constructions. [An electronic resource]: The federal law from 12/30/2009 N 384-FZ (an edition from 7/2/2013). Available at: ConsultantPlus system.

2. State Standard of Russia ISO 9001-2015 Quality management systems. Requirements. Publishing house of standards. Moscow, September 28, 2015. 32 p. (In Russian).

3. Smirnova O.E., Almaeva I.O., Golovacheva N.A. Risk management of production of building material in accordance with the requirements of GOST R ISO 9001-2015. *Product quality: control, management, improvement, planning: a collection of scientific papers of the International Scientific and Practical Conference (November 17-18, 2016). Southwestern State University. CJSC «University book»*. Kursk, 2016. pp. 255–258.

4. Steinberg R.M., Everson M.E.A., Martens F.J., Nottingham L.E. Enterprise Risk Management – Integrated Framework. Application Techniques. 2004. 105 p. Available at: <http://www.macs.hw.ac.uk/~andrewc/erm2/reading/ERM%20-%20COSO%20Application%20Techniques.pdf> (accessed 8 June 2017).

5. State Standard of Russia ISO/IEC 31010-2011 Risk management. Risk assessment methods (ISO/IEC 31010:2009). Introduced on December 1, 2012. Available at: The «Teksexpert» system (in Russian).



Методические аспекты разработки обзора качества лекарственных препаратов в соответствии с требованиями GMP

**А.А. Спиридонова**

к.э.н., доцент кафедры «Метрология и стандартизация» «МИРЭА – Российского технологического университета»; Москва
e-mail: al.spiridonova@gmail.com

**Е.Г. Хомутова**

к.х.н., доцент, профессор кафедры «Метрология и стандартизация» «МИРЭА – Российского технологического университета»; Москва

Аннотация. В статье приведены методические положения по составлению обзора качества лекарственных препаратов как документа системы менеджмента качества фармацевтического предприятия. Уделяется особое внимание стадии планирования, приводятся детальный анализ существующих требований и методические рекомендации для каждого раздела обзора качества с целью адаптации и лучшего понимания требований GMP производителями лекарственных средств.

Ключевые слова: обзор качества, GMP, фармацевтическое предприятие, система менеджмента качества, лекарственный препарат.

В настоящее время на отечественном фармацевтическом рынке наблюдается значительный рост: открываются новые предприятия, расширяется производство, происходит модернизация фармацевтических площадок в соответствии с принципами GMP (Good Manufacturing Practice, «Надлежащая производственная практика»).

В России требования GMP отражены в Правилах надлежащей производственной практики, утвержденных Приказом Минпромторга России от 14.06.2013 № 916 (ред. от 18.12.2015) [1], и являются обязательными.

Одним из документов системы менеджмента качества (СМК) фармацевтического предприятия, который необходимо разработать для соответствия вышеуказанным требованиям, является обзор качества продукции.

Обзор качества содержит всестороннюю информацию о произведенных сериях лекарственного средства и разрабатывается с целью подтверждения стабильности процессов, для выявления отрицательных тенденций, а также служит эффективным инструментом улучшения функциониро-

вания процессов и повышения качества готового продукта.

В соответствии с [1], под лекарственным средством понимаются фармацевтические субстанции и лекарственные препараты. В рамках данной статьи рассмотрим вопросы составления обзора качества применительно к лекарственным препаратам.

На этапе планирования необходимо выяснить, кто и в каком объеме несет ответственность за составление обзора качества лекарственного средства. Если владельцем регистрационного удостоверения не является производитель продукции, порядок разработки обзора качества лекарственного препарата должен определяться соглашением между указанными сторонами.

Затем следует определить, будет ли разрабатываться обзор качества на один лекарственный препарат или предполагается провести его группировку по видам продукции. Если в течение отчетного периода объемы производства лекарственного препарата были большими, то составление обзора качества только на один лекарственный препарат вполне обоснованно. Группировка в данном случае только усложнит анализ информации, приведенной в документе.

Если же количество произведенных серий было небольшим, то целесообразно делать обзор по определенной группе продукции на основе следующих классификационных признаков: по производственному подразделению, лекарственной форме и др. Применяемая группировка, безусловно, должна быть научно обоснованной [1], а также по возможности минимизировать затраченные ресурсы на разработку обзора качества продукции. Последнее может быть достигнуто, к примеру, по-



средством группировки по производственному подразделению.

Авторы [2] среди параметров, по которым производится группирование обзора качества, выделяют следующие: торговое наименование, лекарственная форма, первичная упаковка, территория производства, фармакотерапевтическая группа и фармацевтический рынок (география продаж).

Следующее, что необходимо определить на этапе планирования, — отчетный период, за который проводится обзор. Обычно он составляет один год. При первичном проведении обзора качества лекарственных препаратов можно сделать анализ за несколько лет, принимая во внимание объем выпуска продукции. Однако при высоких темпах производства лекарственного средства проведение обзора за несколько лет может усложнить последующий его анализ. В дальнейшем разрабатывать обзор качества продукции целесообразно ежегодно к моменту проведения анализа со стороны руководства [3], так как данный документ представляет собой ценный источник информации о функционировании системы менеджмента качества фармацевтического предприятия.

После того как выбрана конкретная продукция/группа продукции, производится сбор исходной информации о выпущенных сериях лекарственного средства за выбранный период времени. Для этого необходимо иметь доступ к следующим данным:

- досье на каждую серию продукции;
- промышленный регламент;
- нормативная документация на рассматриваемое лекарственное средство;
- регистрационное удостоверение;
- информация об исходном сырье и первичных упаковочных материалах, в результате контроля которых были выявлены отклонения;
- информация о наличии/отсутствии возвратов продукции, рекламаций от потребителей и других заинтересованных сторон, отзывов продукции с рынка;
- информация о статусе предпринятых управляющих воздействий;
- информация о наличии/отсутствии пострегистрационных обязательств;
- документация, отражающая статус квалификации оборудования, технических средств, валидации процессов;
- контрактные соглашения, касающиеся деятельности, переданной на аутсорсинг.

Наиболее ценным документом, безусловно, является досье на серию лекарственного средства.

В нем содержится полная история производства каждой серии продукта, включая факторы, которые оказывают влияние на его качество: записи по производству, упаковке, межоперационному контролю и контролю готовой продукции; документы, подтверждающие производство серии в соответствии с правилами GMP [1]; документы для реализации серии, а также решения и меры, принятые по результатам рассмотрения претензий (если таковые были).

После завершения этапа планирования производится детальное описание всех составляющих обзора качества продукции. Всесторонняя информация о выпущенных сериях подвергается анализу и документированию в обзоре. Применение статистических методов управления качеством в свою очередь позволит провести адекватный анализ информации о продукции, направленный как на идентификацию возможных рисков, так и на поиск улучшений.

Обзор качества обычно включает следующие основные разделы.

Информация о продукции.

Приводятся данные о наименовании лекарственного средства, номер регистрационного удостоверения, нормативная документация на продукт, номер промышленного регламента, место производства, состав, срок годности, материальный баланс, а также регистрационный статус продукции (первичный/текущий). Регистрационный статус удобно отражать в виде таблицы (табл. 1).

Обзор исходного сырья и упаковочных материалов, используемых при производстве, особенно тех, которые получены от новых поставщиков, и отдельный обзор прослеживаемости цепи поставок фармацевтических субстанций [1].

Обзор исходного сырья включает анализ информации о фармацевтических субстанциях, вспомогательных веществах и упаковочных материалах, которые были использованы для производства лекарственного средства (табл. 2). В качестве упаковочных материалов рассматриваются в первую очередь первичные упаковочные материалы, так как они имеют прямой контакт с лекарственным средством.

Данный этап разработки обзора качества является очень важным ввиду высокой степени влияния исходного сырья на качество конечной продукции. Кроме того, в данном разделе рассматриваются серии (партии) исходного сырья, которые были забракованы в процессе входного контроля и не были использованы при производстве лекарственного средства. Полученная информация позволяет

Таблица 1.

Регистрационного статуса продукции (шаблон)

Регистрационный статус	Страна	Торговое наименование	Нормативная документация/ регистрационное удостоверение	Срок действия	Заявленная упаковка
1	2	3	4	5	6

Таблица 2.

Обзор исходного сырья (шаблон)

Номер серии лекарственного средства	Номер серии (партии) сырья	Производитель / Поставщик	Объем серии (партии)	Выявленные отклонения	Статус по результатам контроля
1	2	3	4	5	6

оценить поставщика, провести анализ выявленных несоответствий, а также принять решение о целесообразности дальнейшей закупки сырья и материалов у данного поставщика.

В качестве выявленных отклонений могут выступать: некомплектность поставки, повреждения упаковки, отсутствие/недостаток информации в документах, несоответствующая маркировка, несоответствие спецификации и др. При наличии выявленных отклонений в графе «статус по результатам контроля» делается отметка «отклонено», при отсутствии несоответствий — «одобрено».

При обзоре исходного сырья для каждого наименования компонента необходимо указывать документ, в соответствии с которым оно было произведено, и номер спецификации предприятия-производителя лекарственного средства.

Обзор критических точек контроля в процессе производства и результатов контроля готовой продукции [1].

В данном разделе необходимо отразить следующую информацию:

1. Анализ результатов межоперационного контроля серий, произведенных за отчетный период.

В соответствии с внутренней документацией организации проводится анализ данных всех показателей в процессе производства с фиксацией случаев отклонения технологических процессов: приводится информация о результатах контроля окружающей

среды «чистых помещений», выполняется мониторинг критических параметров производства, показателей качества промежуточного продукта. К примеру, для инъекционных лекарственных препаратов важной представляется информация о результатах контроля окружающей среды «чистых помещений», проверка фильтра на целостность при проведении стерилизующей фильтрации, значения параметров в стерилизационной камере туннеля (скорость движения конвейера, перепад давления в зоне охлаждения, температура) и др.

2. Анализ результатов мониторинга производственной зоны во время проведения производственных операций.

Безусловно, перечень контролируемых параметров зависит от технологического процесса производства продукции и его критичности. Мониторинг производственной зоны может вестись по следующим показателям: счетная концентрация частиц, перепад давления между помещениями, температура воздуха, влажность воздуха (рис. 1), микробиологическая загрязненность воздуха и поверхностей и др.

3. Обзор результатов контроля готовой продукции.

Здесь проводится анализ данных контроля готовой продукции в соответствии с требованиями нормативной документации на лекарственный препарат. В данный раздел также можно включить диаграмму распределения общего выхода по сериям.

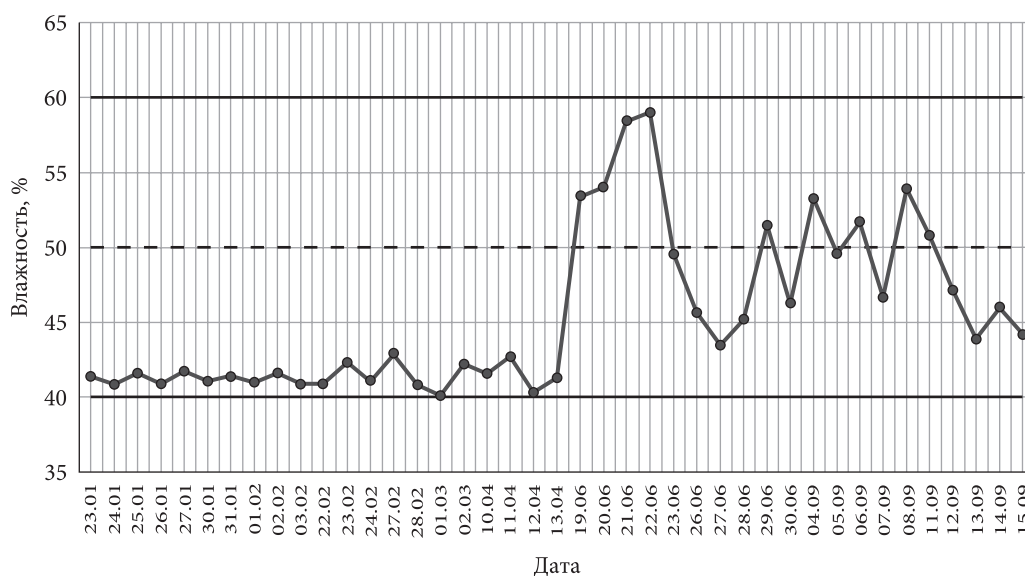


Рис. 1. Контроль состояния воздуха в «чистом помещении»: влажность



Обзор всех серий, которые не соответствовали установленным спецификациям, и результатов соответствующих расследований [1].

В данном разделе приводится информация о наличии/отсутствии серий, которые не соответствовали спецификациям фармацевтического предприятия, с указанием несоответствующих параметров.

В случае наличия серий с отклонениями необходимо привести результаты проведенных расследований с целью определения причин несоответствий, а также оценки целесообразности разработки коррекций, корректирующих и предупреждающих действий, если они не были осуществлены. Если управляющие воздействия были предприняты, необходимо привести данные об их реализации (сами мероприятия и их результативность).

Обзор всех существенных отклонений или несоответствий, обзор связанных с ними расследований, эффективности и результативности принятых корректирующих и предупреждающих действий [1].

Здесь приводится информация о наличии/отсутствии значительных выявленных отклонений, несоответствий, влияющих на качество и безопасность лекарственного препарата. В случае выявления таковых приводятся данные о первопричине, разработанных мерах: коррекциях, корректирующих и предупреждающих действиях. Кроме того, приводится оценка результативности и эффективности предпринятых действий.

Обзор всех изменений, внесенных в процессы или аналитические методики [1].

В данном пункте помимо того, что необходимо рассмотреть изменения, внесенные в технологические процессы производства продукции и аналитические методики, также нужно провести оценку их воздействия на качество продукта [4]. Примерами могут выступать: изменение метода определения посторонних примесей с тонкослойной хроматографией на высокоэффективную жидкостную хроматографию, продление срока годности лекарственного средства, изменение макетов первичной и вторичной упаковки и др.

Обзор поданных, утвержденных или отклоненных изменений в регистрационное досье, а также обзор изменений в досье на лекарственные препараты, предназначенные только для экспорта [1].

В случае если владельцем регистрационного удостоверения не является производитель продукции, заполнение данного пункта обзора качества целесообразно делегировать первому указанному

лицу. При проведении обзора поданных, утвержденных или отклоненных изменений в регистрационное досье удобно пользоваться *табл. 3*.

Обзор результатов программ мониторинга стабильности и неблагоприятных тенденций [1].

В данном пункте указывают: условия изучения стабильности (нормальные/ускоренные/сокращенные испытания), серии лекарственного средства; даты проведения испытаний; результаты мониторинга стабильности; результаты, указанные в паспорте на продукцию; наименование документа, на соответствие которому проводились испытания. На основе указанной информации проводится анализ наличия/отсутствия неблагоприятных тенденций.

Обзор всех связанных с качеством продукции возвратов, претензий и отзывов, а также проведенных в это время расследований [1].

Приводится информация о наличии/отсутствии возвратов, претензий, отзывов продукции с рынка. Необходимо также указать источник отрицательной обратной связи, описание претензии, серию и количество продукта, к которому предъявлена претензия, с указанием, отзывалась ли продукция. Если производился отзыв продукции, необходимо дополнить данный раздел исчерпывающей информацией о расследовании, предпринятых и реализованных мерах.

Обзор достаточности любых ранее проведенных корректирующих действий в отношении производства или оборудования [1].

За основу берется обзор качества по лекарственному препарату за предыдущий отчетный период и оценивается результативность и достаточность корректирующих мероприятий в отношении производства и оборудования. К таким мероприятиям можно, к примеру, отнести квалификацию критического оборудования и технических систем, валидацию процессов производства, асептического наполнения, очистки оборудования от действующего вещества.

Обзор пострегистрационных обязательств при получении новых регистрационных удостоверений или внесении изменений в регистрационное досье [1].

Приводится перечень пострегистрационных обязательств с указанием их текущего статуса и характера экспертных замечаний.

Состояние квалификации соответствующих оборудования и технических средств, например, системы нагрева, вентиляции и кондиционирования воздуха, систем снабжения водой, сжатыми газами [1].

Таблица 3.

Обзор поданных/утвержденных/отклоненных изменений в регистрационное досье (шаблон)

Наименование документа	Код изменения	Описание изменения	Статус	Страна	Характер экспертных замечаний
1	2	3	4	5	6

Здесь представляется информация о статусе квалификации критического оборудования (например, оборудования для внешней мойки ампул, парового стерилизатора ампул, туннеля депирогенизационного и др.) и технических систем производственной линии (например, системы распределения воды очищенной, чистого пара, азота и др.).

Кроме того, в данный раздел целесообразно включить информацию о состоянии валидации технологических процессов (например, процесса производства лекарственного препарата, процесса асептического наполнения, процесса очистки оборудования от действующего вещества и др.), а также о статусе валидации аналитических и микробиологических методик.

Обзор любых договоров с целью подтверждения их соответствия требованиям приказа [1].

В данном разделе рассматриваются договоры, заключенные с целью проведения лабораторного контроля качества лекарственных средств, предоставления производственных услуг, обслуживания критического оборудования с указанием внесенных за отчетный период изменений и оценки целесообразности пролонгирования действия контрактных соглашений. Договорные обязательства должны включать требования соблюдения правил GMP, GLP (Good Laboratory Practice, «Надлежащая лабораторная практика») при передаче деятельности на аутсорсинг.

Рассмотрение всех разделов обзора качества лекарственного средства за текущий и предыдущий отчетные периоды позволяет выявить узкие места функционирования СМК фармацевтического предприятия, таким образом, способствуя внедрению риск-ориентированного мышления в повседневную деятельность организации.

Вся аккумулированная информация, представленная в обзоре качества, в последующем анализируется со стороны высшего руководства [3] с целью определения состояния процессов, для оценки целесообразности разработки корректирующих и предупреждающих мер, проведения повторной валидации/квалификации и др.

Представленные в данной статье методические рекомендации по составлению обзора качества лекарственного средства содержат основные аспекты, которые необходимо учесть при разработке документа, а также призваны помочь фармацевтическим производителям в адаптации требований GMP непосредственно к своей деятельности.

Литература

1. Приказ Минпромторга России от 14.06.2013 № 916 (ред. от 18.12.2015) «Об утверждении Правил надлежащей производственной практики»

[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/499029882> (дата обращения 15.04.2018).

2. Сафиуллина Р.А., Гармонов С.Ю., Горюнова С.М. Подходы по проведению обзора качества лекарственных средств в соответствии с правилами GMP // Вестник казанского технологического университета. – 2012. – № 9. – Т. 15. – С. 252–255.

3. Спиридонова А.А., Хомутова Е.Г. Обзор качества продукции как элемент анализа со стороны руководства // Компетентность. – 2017. – № 9–10. – С. 58–62.

4. Александров А.В. Проведение периодического обзора качества лекарственных препаратов // Промышленное обозрение. Фармацевтическая отрасль. – 2008. – № 5(10). – С. 28–30.

Methodological Aspects of the Development of a Review of the Quality of Drugs in Accordance with the Requirements of GMP

A.A. Spiridonova, candidate of economic sciences, associate professor of the department «Metrology and standardization» of the «MIREA – Russian Technological University»; Moscow

e-mail: al.spiridonova@gmail.com

E.G. Khomutova, candidate of chemical sciences, professor of the department «Metrology and standardization» of the «MIREA – Russian Technological University»; Moscow

Summary. Methodical provisions on drawing up the review of quality of medicines as document of a quality management system of the pharmaceutical enterprise are provided in article. Special attention is paid to a planning stage, the detailed analysis of the existing requirements and methodical recommendations for each section of the review of quality for the purpose of adaptation and the best understanding of requirements by GMP producers of medicines is provided.

Keywords: review of quality, GMP, pharmaceutical enterprise, quality management system, drug.

References:

1. The order of the Ministry of Industry and Trade of Russia from 14.06.2013 No. 916 «On approval of the Rules of Good Manufacturing Practice». Available at: <http://docs.cntd.ru/document/499029882> (accessed 15.04.2018).

2. Safiullina R.A., Garmonov S.Yu., Goryunova S.M. Approaches to periodic quality reviewing of the drugs on GMP rules. *Kazan Technological University's bulletin*. 2012, No. 9, V. 15. pp. 252–255.

3. Spiridonova A.A., Khomutova E.G. Product quality review as an element of management review. *Competence*. 2017, no. 9–10, pp. 58–62.

4. Aleksandrov A.V. Periodic quality review of the drugs. *Industrial Review. Pharmaceutical industry*. 2008, No. 5(10). pp. 28–30.



Системно-интегральная методология при исследовании принципов бизнес-моделирования низкобюджетных авиакомпаний



В.П. Горбунов

советник
по стратегическому
развитию
Авиакомпаний «N8»;
Москва

e-mail:
vlad.gorbunov@bk.ru

Аннотация. На основе анализа деятельности ведущих мировых низкобюджетных авиакомпаний разработана классификация методов бизнес-моделирования с выделением базовой (архетипической) модели как сравнительно простой, а также группы усложненных моделей: экономико-географическая, гибридная, перевозчик в перевозчике, прогнозная модель и модели развития. Показано, что задача обеспечения устойчивости на конкурентном рынке, решаемая низкобюджетными авиакомпаниями за счет ценового разрыва стоимости перевозки в сравнении с традиционными авиакомпаниями, требует системной организации подсистем: бизнес, моделирование бизнеса и методология моделирования бизнеса.

Ключевые слова: бизнес-моделирование, низкобюджетные авиакомпании, системно-интегральная методология.

Введение

Цель работы, представленной в данной статье, заключается в изучении принципов бизнес-моделирования низкобюджетных авиакомпаний (*Low Cost Company, LCC*) с использованием подходов системно-интегральной методологии.

За довольно короткий исторический период развития мировой авиации с начала 90-х годов прошлого века по настоящее время на мировом рынке авиаперевозок сформировалась устойчивая тенденция – передел рынка авиаперевозок с переходом доминирующей роли от сетевых компаний к динамично развивающемуся низкобюджетному сектору.

В отличие от других развитых авиатранспортных сегментов мира, в российской авиатранспорт-

ной системе к настоящему времени сложилась ситуация, в которой отечественный низкобюджетный сектор представлен единственным лоукостером «Победа». Эта компания хоть и демонстрирует завидные темпы роста, но работает в конкурентной среде в одиночку и среди неравнозначных соперников, т.е. авиакомпаний отличных от низкобюджетной бизнес-модели [20, 22].

Следуя стратегии развития и имея на сегодня флот, состоящий из 20 новых воздушных судов (ВС) *Boeing 737-800NG*, отечественный лоукостер «Победа» анонсировал планы достаточно агрессивного развития до 45...50 однотипных ВС в течение ближайших нескольких лет. Часть из этих ВС могут составить новейшие *Boeing 737MAX*, что еще более упрочит рыночную позицию авиакомпании. Поскольку авиакомпания играет заметную роль на отечественном рынке авиаперевозок, но не имеет прямых конкурентов, для нее очень важно сделать оценку прочности своего рыночного позиционирования и не потерять ориентиры дальнейшего развития. В связи с этим интересен зарубежный опыт, где накоплены не только практика оперативной коррекции стратегии развития под воздействием внешних факторов, но и ведется активная дискуссия о принципиальных путях развития низкобюджетных авиакомпаний с использованием методик бизнес-моделирования, что безусловно представляет интерес с точки зрения использования и в отечественной, еще формирующейся низкобюджетной практике [21]. В настоящей работе предметом исследования выбран зарубежный опыт как наиболее глубокий и значимый, тогда как анализ отечественной практики и теоретических наработок в области деятельности низкобюджетных авиакомпаний является предметом отдельного исследования [1, 20].

1. Системно-интегральная методология как основной инструмент изучения бизнес-моделирования LCC авиакомпаний

Бизнес-моделирование – один из основных методов оптимизации деятельности компании, используемых для обеспечения ее устойчивости на конкурентном рынке, достижения рентабельности и прибыльности на разных временных горизонтах – от краткосрочных до долгосрочных.

Проблема создания эффективной системы бизнес-моделирования низкобюджетных пассажирских авиаперевозок предполагает решение двух задач:

- исследование достигнутого за рубежом уровня теоретической проработки принципов и методологии бизнес-моделирования низкобюджетных пассажирских авиаперевозок;
- изучение практического опыта использования методов бизнес-моделирования.

Системно-интегральная методология обоснована и предложена автором [3] как основной инструмент изучения бизнес-моделирования компаний в широком понимании без привязки к конкретному их виду. Цель указанной работы состояла в изучении принципов и методологии бизнес-моделирования компаний в широком понимании, чтобы облегчить выбор эффективных бизнес-моделей.

Как показал анализ известных определений понятия *бизнес-модель*, причина нерешенности проблемы выработки общепринятого представления о содержании этого понятия состоит в отсутствии системных принципов и методов. Современный этап развития бизнес-моделирования связан с динамическими подходами и стратегическими решениями, однако эффективному использованию этих механизмов препятствуют несистемные подходы к бизнес-моделированию.

Системно-интегральная методология бизнес-моделирования может быть перспективна для решения задач анализа и разработки моделей бизнеса. В основу этой методологии положены базовые дисциплины: системный анализ, теории сложных систем и методы моделирования сложных систем.

В развитие общих принципов и подходов методологии бизнес-моделирования, изложенных в работе [1], имеет смысл более подробно рассмотреть структурную организацию системно-интегральной методологии.

Схематически системно-интегральная методология бизнес-моделирования может быть представлена так, как это сделано на *рис. 1*.

В соответствии с принципами структурной организации *бизнес-моделирование может быть описано как сложная система с двумя базовыми подсистемами (элементами) – бизнес и моделирование*, а область их взаимодействия (интегральная

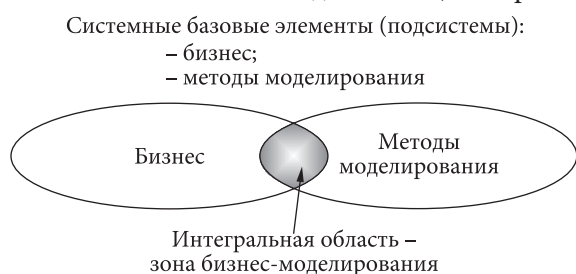


Рис. 1. Схема системно-интегральной методологии бизнес-моделирования

область) представляет собой *бизнес-моделирование*. В то же время подсистема бизнес также может быть представлена как сложная система со своими структурными элементами и их взаимодействием. К подсистемам сложной системы *бизнес* могут быть отнесены такие элементы как вид и характер деятельности, размер уставного капитала, положение компании на конкурентном рынке, численность работающих, финансовые результаты и др.

Понятие *бизнес* объединяет широкий спектр предпринимательской деятельности от индивидуально-частного предприятия до глобальных транснациональных финансово-промышленных групп. Таким образом, подсистема *бизнес* может быть охарактеризована как многофакторная многообразная динамическая система с высокой степенью сложности, в которой ведущую роль играет человеческая деятельность в разных формах.

Вторая подсистема бизнес-моделирования – *методы моделирования* – инструмент упрощения подсистемы бизнес с целью выделения некоторых существенных факторов этой подсистемы с последующей оптимизацией факторов при решении определенной задачи. Процедура упрощения объекта при моделировании всегда связана с искажениями объекта и утратой некоторого числа его существенных признаков.

Таким образом, при моделировании между объектом и моделью имеется несоответствие – искажение объекта (*рис. 2*).

Как правило, оценка масштаба искажения объекта при моделировании бизнеса не проводится, что делает проблематичной интерпретацию результатов моделирования.

На основе описанных выше представлений могут быть рассмотрены особенности бизнес-моделирования низкобюджетных пассажирских авиакомпаний. В *табл. 1* приводятся методы бизнес-моделирования низкобюджетных авиакомпаний, классифицированные по признаку усложнения моделей – от простых к сложным. Критерии отбора при выборе иностранных источников: актуальность, ясность в постановке цели и задач, современность методов решения задач и определенность выводов.

Необходимо отметить, что использованное в *табл. 1* распределение моделей по подгруппам имеет в известной мере условный характер, по-



Рис. 2. Блок-схема искажения объекта при моделировании

Таблица 1.

Классификация методов бизнес-моделирования низкобюджетных авиакомпаний (LCC)

№ п/п	Наименование модели	Компании-предметы исследования	Базовые принципы модели	Преимущества и недостатки модели
1	2	3	4	5
<i>Базовая (архетипическая) модель LCC и ее модифицирование</i>				
1	Архетипическая (базовая) модель <i>Ryanair</i> . Модели <i>Air Berlin</i> , <i>TAP Air Portugal</i> [2]	Европейские авиакомпании – <i>Ryanair</i> , <i>Air Berlin</i> , <i>TAP Air Portugal</i> . Модель <i>Ryanair</i> – пример успешного бизнеса. Модели <i>Air Berlin</i> , <i>TAP Air Portugal</i> не перспективны и нуждаются в корректировке	Архетипическая (базовая) модель <i>Ryanair</i> решает вопросы захвата более широкого круга пассажиров и ориентации на новые сегменты	Преимущество – однородность по составу факторов. Недостаток – сложность сопряжения с факторами иной природы
2	Базовая модель LCC и методы ее модификации [3]	<i>Southwest Airlines</i> , <i>Spirit Airlines</i> (США)	Анализ операционной стратегии <i>Spirit Airlines</i> с выделением перспективных решений	Недостаток – описательный подход
3	SFC-модель [4]	Европейские авиакомпании	Метод оценки бизнес-моделей LCC: стратегические факторы; ценовые факторы; структура стоимости	Недостаток – упрощенный анализ факторов.
<i>Базовая модель с учетом фактора аэропорта</i>				
4	Фактор стоимости расходов аэропорта [5]	<i>Kuala Lumpur International Airport (KLIA)</i> (Малайзия, Азиатский регион)	Сокращение капитальных вложений и эксплуатационных расходов в аэропортах	Преимущество – изучение одного из факторов (аэропорт) бизнес-модели LCC. Недостаток – отсутствие системного решения
<i>Базовая модель с учетом конфигурации маршрутной сети (географического фактора)</i>				
5	Экономико-географическая модель [6]	Авиакомпании Азиатского региона (Китай, Япония, Гонконг и др.)	Учет географического фактора – удаленности маршрутной сети, факторов эндогенности [7] и слабой либерализации рынков авиаперевозок в ряде стран	Преимущество – изучение одного из факторов (географического) бизнес-модели LCC. Недостаток – отсутствие системного решения
6	Модели LCC в зависимости от конфигурации маршрутной сети [8]	26 авиакомпаний Европа, США и Азии	Метод анализа графов	Недостаток – исследование только одного фактора
<i>Гибридная модель</i>				
7	Перевозчик в перевозчике или авиакомпания в авиакомпании <i>carrier-within-a-carrier (CWC)</i> -or « <i>airline-within-an-airline</i> » (AWA) [9]	<i>Jetstar Airways</i> – австралийская бюджетная авиакомпания – дочернее предприятие крупнейшего австралийского авиаперевозчика <i>Qantas</i>	Плановость, логический инкрементализм*, анализ внешних факторов; анализ внутренних факторов	Преимущество – многофакторность, Недостаток – отсутствие системного решения
8	Гибридная бизнес-модель авиакомпании [11]	Европейские авиакомпании	Метод объединения лучших сторон LCC и традиционных компаний	Недостаток – упрощенный анализ моделей

Окончание таблицы 1.

1	2	3	4	5
<i>Прогнозные модели и модели развития LCC</i>				
9	Прогнозная модель LCC [12]	Европейские авиакомпании	Метод прогнозирования устойчивости и перспектив развития LCC на основе анализа мнений клиентов	Недостаток – качественный, но не аналитический анализ
10	Модель развития LCC в Китае [13]	Китайские авиакомпании	Анализ факторов – ограничений развития LCC в Китае на основе исследования рынка	Преимущество – установлены барьерные факторы развития LCC в Китае
<i>Исследование моделей LCC**</i>				
11	Базовая модель LCC с анализом предпосылок [14]	Европейские авиакомпании с упором на <i>Ryanair</i>	Анализ макросреды: экономические, технологические, политические и др. факторы	Преимущество – попытка поиска системного решения. Недостаток – слабая доказательная база
12	Спектр моделей LCC [15]	Европейские авиакомпании LCC в сравнении с авиакомпаниями полного сервиса (FSNC) США	Метод продуктов и организационной архитектуры (<i>product and organizational architecture (POA)</i>) [16] для сопоставления LCC с традиционными авиакомпаниями по выбранным показателям	Преимущество – попытка поиска аналитического решения. Недостаток – слабая проработка предпосылок метода POA
13	Бизнес-модели LCC в условиях экономического кризиса [17]	Европейские авиакомпании	Анализ показателей сетевых и низкобюджетных перевозчиков в условиях глобального кризиса 2008 г.	Показано, что кризис стимулирует создание гибридных компаний
14	Бизнес-модели LCC с определением состава факторов [18]	Европейские авиакомпании	Анализ показателей низкобюджетных перевозчиков	Преимущество – приводится сравнительно полный состав факторов развития LCC
15	Архетипическая (базовая) и адаптированные бизнес-модели LCC [19]	Европейские авиакомпании	Гибкий метод с плавными переходами между моделями – услуги в соответствии с функциями (расстояние, плотность движения и др.). Аналитические методы	Преимущество – использование элементов системных подходов

* Инкрементализм – метод стратегического планирования в условиях неопределенности и неустойчивости внешней организационной среды [10].

** В подгруппу «Исследование моделей LCC» отнесены работы, содержащие системные подходы или их элементы.

скольку некоторые представленные методы обладают комплексными качествами.

Анализ методов бизнес-моделирования низкобюджетных авиакомпаний позволяет установить несколько существенных признаков сложившейся системы методов:

- за отправную точку системы методов бизнес-моделирования LCC принимается базовая (архетипическая) модель, построенная по принципу минимизации всех видов затрат с целью снижения стоимости перевозки, базовая модель;



- базовая модель *LCC* представляет собой условно простое бизнес-решение только по отношению к ее усложненным вариациям, при этом сама базовая модель, рассматриваемая отдельно от дополнительных внешних факторов, является многофакторной системой;

- усложненные бизнес-модели с двумя или более факторами – экономико-географическая, гибридная, перевозчик в перевозчике, прогнозная, модели развития и другие модели, характеризующиеся наличием одновременно двух или более факторов, которые могут иметь неэкономическую природу (технологические, политические, безопасность полетов и иные факторы, не имеющие общепринятых способов экономической оценки);

- прогнозная модель и модели развития предполагают использование инструментов предвидения и проектирования будущих периодов с оценкой экономической и рыночной конъюнктуры, перспектив совершенствования воздушных судов, инфраструктуры аэропортов и иных факторов.

Общее число подгрупп – шесть. Первые пять подгрупп – от базовой до прогнозных моделей и моделей развития *LCC* – выстроены по принципу постепенного усложнения, а шестая подгруппа не входит в указанный ряд. Назначение шестой подгруппы имеет общесистемный характер и состоит в отработке способов изучения системной организации *LCC*, определении состава факторов бизнес-моделей *LCC*, а также в исследовании ряда иных принципиальных вопросов (табл. 2).

Следует указать на то, что пример ирландской компании Ryanair в значительной степени свое-

образен, поскольку эта компания, как первопроходец, имела достаточно благоприятные условия для захвата европейского рынка. По мере освоения рынка низкобюджетными авиакомпаниями возрастает уровень конкуренции на нем, и для новых компаний встает задача более глубокого обоснования способов вхождения и утверждения в сложившейся рыночной среде. Таким образом, формируется многоуровневая задача, включающая в себя теоретические, методические и практические подходы. Примерами подобных решений служат гибридная модель, модель с учетом фактора аэропорта, модель с учетом конфигурации маршрутной сети и другие модели, развивающие базовую модель с ее преимущественно экономическими подходами.

2. Анализ совокупности методов бизнес-моделирования *LCC* авиакомпаний с точки зрения системно-интегральной методологии. Принципы, методы и решения

Ранее нами было отмечено, что одна из тенденций развития пассажирских авиаперевозок состоит в диверсификации бизнеса традиционных авиакомпаний с помощью организации дочерних низкобюджетных авиакомпаний [20]. Диверсификационные решения находят отражение в модели «*carrier-within-a-carrier*» (перевозчик в перевозчике) (табл. 1).

Необходимо указать также на то, что при бизнес-моделировании *LCC* реализуются такие принципы и методы, как динамические и стратегические решения, адаптационные методы, оптимизацион-

Таблица 2.

Состав подгрупп методов бизнес-моделирования низкобюджетных авиакомпаний

№ п/п	Наименование подгрупп модели	Краткое описание
1	Базовая модель	Минимизация всех видов затрат базовой модели с целью снижения стоимости перевозки
2	Базовая модель с учетом фактора аэропорта	Минимизация всех видов затрат базовой модели и сокращение капитальных вложений и эксплуатационных расходов в аэропортах
3	Базовая модель с учетом конфигурации маршрутной сети	Сочетание принципов базовой модели с учетом географического фактора – параметров маршрутной сети
4	Гибридная модель	Метод объединения лучших сторон <i>LCC</i> и традиционных компаний. Адаптационные методы
5	Прогнозные модели и модели развития	Метод прогнозирования устойчивости и перспектив развития <i>LCC</i> , Инкрементализм – метод стратегического планирования в условиях неопределенности и неустойчивости внешней организационной среды. Адаптационные, динамические и оптимизационные решения
6	Исследование моделей <i>LCC</i>	Изучение системной организации <i>LCC</i>

ные решения, построенные на балансе статических и динамических параметров, а также ряд других решений, применяемых при бизнес-моделировании компании широкого профиля [1].

Рассмотрим совокупность методов бизнес-моделирования низкобюджетных авиакомпаний с точки зрения системно-интегральной методологии.

На рис. 3 схематически показаны внешняя и внутренняя сферы бизнес-моделей низкобюджетных авиакомпаний:

- внутренняя сфера бизнес-моделей – внутренняя система методов управления бизнеса;
- внешняя сфера бизнес-моделей – взаимодействие внутренней сферы бизнеса с внешней средой (конкурентная среда, экономическая конъюнктура и др.).

Внешняя сфера бизнеса характеризуется высокой изменчивостью, тогда как внутренняя сфера более инерционна, что представляет опасность с точки зрения выживаемости компании в условиях турбулентности внешней среды, когда оказываются остро востребованными адаптационные и динамические методы и технологии. Примером турбулентности внешней среды может служить мировой кризис 2008 г., когда сетевые компании стали испытывать значительные трудности и показывать убытки, а низкобюджетные авиакомпании смогли проявить гибкость и адаптивность и захватили часть рынка сетевых компаний.

На основании представленных выше исследований по методам бизнес-моделирования и принципам системно-интегральной методологии может быть сформулировано определение *низкобюджетных авиакомпаний* и описана их структура:

- с позиций системно-интегральной методологии, *низкобюджетные авиакомпании* обеспечивают устойчивость на конкурентном рынке за счет ценового разрыва по стоимости перевозки в сравнении с традиционными авиакомпаниями, что достигается путем системной организации подсистем: *бизнеса, моделирования бизнеса и методологии моделирования бизнеса*;

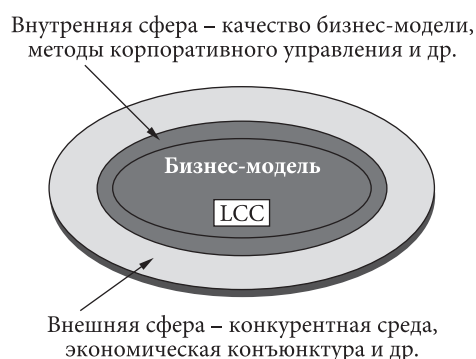


Рис. 3. Внешняя и внутренняя сферы бизнес-моделей низкобюджетных авиакомпаний

- подсистема *бизнеса низкобюджетных авиакомпаний*, отличительный признак которых состоит в минимизации всех видов затрат в сравнении с традиционными авиакомпаниями с целью снижения стоимости перевозки;

- подсистема *моделирование бизнеса низкобюджетных авиакомпаний*, отличительный признак которых состоит в установлении состава и структуры факторов *бизнеса низкобюджетных авиакомпаний*, которые оказывают влияние на стоимость перевозки, с последующей выработкой схем минимизации всех видов затрат;

- подсистема *методология моделирования бизнеса* низкобюджетных авиакомпаний состоит в выработке методов моделирования, с помощью которых обеспечивается текущее и перспективное функционирование компании в условиях высокой изменчивости внешней среды.

Представленная структурная схема бизнес-моделирования низкобюджетных авиакомпаний основана на сочетании мирового практического опыта работы лоукостеров, а также на принципах системного анализа и методах моделирования сложных систем.

В определенном смысле, составленная структурная схема бизнес-моделирования низкобюджетных авиакомпаний может быть описана как научные предпосылки и инструмент анализа и управления низкобюджетными авиакомпаниями.

Итак, результаты проведенного исследования:

1. На основе анализа деятельности ведущих мировых низкобюджетных авиакомпаний разработана классификация методов бизнес-моделирования с выделением базовой (архетипической) модели, как сравнительно простой, и группы усложненных моделей – экономико-географическая, гибридная, перевозчик в перевозчике, прогнозная модель и модели развития.

2. Разработана структурная схема и методология бизнес-моделирования низкобюджетных авиакомпаний.



Рис. 4. Структура бизнес-моделирования низкобюджетных авиакомпаний по системно-интегральной методологии



3. Показано, что задача обеспечения устойчивости на конкурентном рынке, решаемая низкобюджетными авиакомпаниями за счет ценового разрыва по стоимости перевозки в сравнении с традиционными авиакомпаниями, требует системной организации подсистем: бизнес, моделирование бизнеса и методология моделирования бизнеса.

Литература

1. Горбунов В.П. Принципы и методология бизнес-моделирования // Качество и Жизнь. – 2018. – № 2. – С. 28–35.

2. Rui Marques. The Future of Airline Business Models: Which Will Win? Luis Guido Carlo. University. June, 2015.

3. Rosenstein David E., «The Changing Low-Cost Airline Model: An Analysis of Spirit Airlines». Aviation Technology Graduate Student Publications. 2013. Paper 19. <http://docs.lib.purdue.edu/atgrads/19>.

4. Maik Huettinger, Benas Adomavičius. A Framework for Assessing the Low-Fare Model in the Airline Industry. Ekonomika, 2011. Vol. 90 (1).

5. Rohafiz Sabar. An Evaluation of the Provision of Terminal Facilities for the Design of Low Cost Airport Terminals. Cranfield University. January 2009.

6. Wang, Tsui, Liang and Fu Traffic volume changes; Route entry; Low-cost carriers; Hong Kong Institute Of Transport And Logistics Studies. January 2016.

7. Эббес П. Инструментальные переменные и эндогенность: нетехнический обзор // Квантиль. – № 2. – 2007.

8. Oriol Lordan. Study of the Full-Service and Low-Cost Carriers Network Configuration. Journal of Industrial Engineering and Management – <http://dx.doi.org/10.3926/jiem.1191>.

9. Randall Whyte, Gui Lohmann. The carrier-within-a-carrier strategy: An analysis of Jetstar. Journal of Air Transport Management, № 42, 2015. pp. 141–148.

10. Кузьмин С.С. Инкрементализм как стратегический ответ на неопределенность внешней среды // Вопросы экономики и права. – 2015. – № 3.

11. Andrija Vidović, Igor Štimac, Damir Vince. Development of Business Models of Low-Cost Airlines. International Journal for Traffic and Transport Engineering, 2013, 3(1): pp. 69–81.

12. Md Atiqur Rahman Sarker, Chowdhury Golam Hossan and Laila Zaman. Sustainability and Growth of Low Cost Airlines: An Industry Analysis in Global Perspective. American Journal of Business and Management. Vol. 1, No. 3, 2012, pp. 162–171.

13. The Barrier and Solution of the Development of Low-cost Air Transportation <http://www.icao.int/meetings/regional-symposia/lcc-china2013/documents/presentations/3.02.pdf>.

14. Thomas C. Sorensen. An analysis of the European low fare airline industry – with focus on Ryanair. Aarhus School of Business September 13, 2005. <http://pure.au.dk/portal/files/2049/000139957-139957.pdf>.

15. Lohmann G., Koo, T.T.R., 2013. The airline business model spectrum. J. Air Transport Management. № 31, pp. 7–9.

16. Mason K. J., Morrison, W. G., 2008. Towards a means of consistently comparing airline business models with an application to the 'low cost' airline sector. Research in Transportation Economics 24, pp. 75–84.

17. Igor Štimac, Damir Vince, Andrija Vidović. Effect of Economic Crisis on the Changes of Low-Cost Carriers Business Models.

18. Rosário Macário, José M. Viegas, Vasco Reis. Impact of Low Cost Operation in the Development of Airports and Local Economies.

19. Xavier Fageda, Pere Suau-Sanchez, Keith J. Mason. The evolving low-cost business model: Network implications of fare bundling and connecting flights in Europe. Journal of Air Transport Management. № 42, 2015. pp. 289–296.

20. Горбунов В.П. Анализ перспектив развития низкобюджетных авиакомпаний в современных условиях российской авиатранспортной системы // Качество и Жизнь. – 2018. – № 1. – С. 60–65.

21. Горбунов В.П. Дальне-магистральные перевозки – перспективная бизнес-модель низкобюджетных авиакомпаний // Авиасоюз. – 2016. – № 6. – С. 18–19.

22. Горбунов В.П. «Нордавиа»: взгляд в будущее // Авиасоюз. – 2016. – № 3/4. – С. 38–40.

System – Integral Methodology for Researching the Principles of Business Modeling of Low Cost Airlines

V.P. Gorbunov, Adviser on strategic development of «N8» Airlines; Moscow

e-mail: vlad.gorbunov@bk.ru

Summary. Based on the analysis of the activities of the world's leading low-budget airlines, a classification of business modeling methods has been developed, with the identification of a basic (archetypal) model as relatively simple and a group of complicated models – an economic-geographical, hybrid, carrier in the carrier, a forecast model and development models. It is shown that the problem of ensuring stability in a competitive market, solved by low-cost airlines due to the price gap in cost of transportation in comparison with traditional airlines, requires the system organization of subsystems: business, business modeling and business modeling methodology.

Keywords: business modeling, low-budget airlines, system-integrated methodology.

References:

1. Gorbunov V.P. Principles and methodology of business modeling. Quality and Life. *Academy of Quality Problems*. Moscow, 2018, No. 2. pp. 28–35.
2. Rui Marques. The Future of Airline Business Models: Which Will Win?. *Luis Guido Carlo University*. June, 2015.
3. Rosenstein David E., «The Changing Low-Cost Airline Model: An Analysis of Spirit Airlines». *Aviation Technology Graduate Student Publications*. 2013. Paper 19. Available at: <http://docs.lib.purdue.edu/atgrads/19>.
4. Maik Huettinger, Benas Adomavičius. A Framework for Assessing the Low-Fare Model in the Airline Industry. *Ekonomika*, 2011, Volume 90(1).
5. Rohafiz Sabar. An Evaluation of the Provision of Terminal Facilities for the Design of Low Cost Airport Terminals. *Cransfield University*. January, 2009.
6. Wang Tsui, Liang and Fu Traffic volume changes; Route entry; Low-cost carriers; *Hong Kong Institute Of Transport And Logistics Studies*. January, 2016.
7. Ebbes P. Instrumental variables and endogeneity: non-technical review. *The Quantile*. No. 2, March, 2007.
8. Oriol Lordan. Study of the Full-Service and Low-Cost Carriers Network Configuration. *Journal of Industrial Engineering and Management*. Available at: <http://dx.doi.org/10.3926/jiem.1191>.
9. Randall Whyte, Gui Lohmann. The carrier-within-a-carrier strategy: An analysis of Jetstar. *Journal of Air Transport Management*. No. 42, 2015. pp. 141–148.
10. Kuzmin S.S. Incrementalism as a strategic response to the uncertainty of the external environment. *Issues of economics and law*. No. 3, 2015.
11. Andrija Vidović, Igor Štimac, Damir Vince. Development of Business Models of Low-Cost Airlines. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*. No. 3(1), 2013, pp. 69–81.
12. Md. Atiqur Rahman Sarker, Chowdhury Golam Hossan and Laila Zaman. Sustainability and Growth of Low Cost Airlines: An Industry Analysis in Global Perspective. *American Journal of Business and Management*. Volume 1, No. 3, 2012, pp. 162–171.
13. The Barrier and Solution of the Development of Low-cost Air Transportation. Available at: <http://www.icao.int/meetings/regional-symposia/lcc-china2013/documents/presentations/3.02.pdf>.
14. Thomas C. Sorensen. An analysis of the European low fare airline industry – with focus on Ryanair. *Aarhus School of Business*. September, 2005. Available at: <http://pure.au.dk/portal/files/2049/000139957-139957.pdf>.
15. Lohmann G., Koo, T.T.R. The airline business model spectrum. *J. Air Transportation Manag.* No. 31, 2013. pp. 7–9.
16. Mason K.J., Morrison, W.G., Towards a means of consistently comparing airline business models with an application to the 'low cost' airline sector. *Research in Transportation Economics*. No. 24, 2008. pp.75–84.
17. Igor Štimac, Damir Vince, Andrija Vidović. *Effect of Economic Crisis on the Changes of Low-Cost Carriers Business Models*.
18. Rosário Macário, José M. Viegas, Vasco Reis. *Impact of low cost operation in the development of airports and local economies*.
19. Xavier Fageda, Pere Suau-Sanchez, Keith J. Mason. The evolving low-cost business model: Network implications of fare bundling and connecting flights in Europe. *Journal of Air Transport Management*. No. 42, 2015, pp. 289–296.
20. Gorbunov V.P. Analythis of the Prospects for the Development of Low-budget Airlines in the Current Conditions of the Russian Air Transport Systems. *Quality and Life*. 2018, No. 1. pp. 60–65.
21. Gorbunov V.P. Long-haul transportation is a promising business model for low-budget airlines. *Aviasoyuz*. No. 6, 2016, pp. 18–19.
22. Gorbunov V.P. Nordavia: a look into the future. *Aviasoyuz*. 2016, No. 3/4. pp. 38–40.

Особенности качественного управления процессом разделения летательных аппаратов – синергетический подход

О.Д. Крееренко

к.т.н., доцент, кафедра 109Б Московского
авиационного института (НИУ);
Ростовская область, г. Таганрог

e-mail: olgadm@yandex.ru

Е.С. Крееренко

Южный Федеральный Университет;
Ростовская область, г. Таганрог

Аннотация. В статье представлен синтез стратегий управления процессом разделения ступеней авиационно-космического комплекса (АКК) с верхним расположением разгонного блока (РБ) на самолете-носителе (СН) при одновременном разрыве всех связей между ними. Рассмотрены вопросы повышения качества процесса управления АКК на этапе разделения ступеней посредством применения синергетических методов управления. Разработаны математические модели РБ и СН с учетом силового и аэродинамического взаимодействия между ними. Получены выражения, определяющие зависимость сил и моментов сил реакций в узлах связи от аэродинамических и массово-инерционных характеристик РБ и СН. Показано, что учет естественных свойств



объектов позволяет получить системы управления, обеспечивающие качественное безударное разделение летательных аппаратов, а также создание для разгонного блока условий, позволяющих ему совершать автономный полет после разделения с набором высоты.

Ключевые слова: авиационно-космический комплекс, синтез законов управления, метод АКАР, разгонный блок, самолет-носитель, разделение летательных аппаратов.

Введение

Задача разделения ступеней авиационно-космического комплекса (АКК) при верхнем расположении разгонного блока (РБ) на самолете-носителе (СН) является одной из наиболее актуальных задач для практики освоения космического пространства. Проблеме изучения особенностей процесса разделения летательных аппаратов (ЛА) при верхнем расположении РБ посвящен целый ряд исследований зарубежных ученых и инженеров [1–6]. В основном работы посвящены определению сил реакций в узлах крепления РБ к СН при их совместном полете в составе АКК, а также определению траекторий движения разделившихся ЛА с учетом эффекта интерференции от двух близко расположенных транспортных средств. В СССР целый ряд исследований был проведен при разработке системы отделения орбитального корабля «Буран» от ракеты-носителя [7]. Учеными и инженерами ЦАГИ им. Н.Е. Жуковского выполнены работы по определению особенностей процесса разделения ЛА вблизи момента разрыва связей, определению нагрузок в узлах в момент разрыва механических связей при разделении, моделированию процесса отделения летательных аппаратов при различных начальных условиях (углах атаки и угловой скорости тангажа), определению безударных областей полета [8–13]. Однако следует отметить, что в публикациях, имеющих открытый доступ, не удалось найти подробные математические модели разделяющихся ЛА, а именно выражения для сил реакций. Как правило, они приведены в общем, векторном, виде или записаны в кватернионах, а при этом для инженера «теряется» физический смысл входящих в уравнения движения величин.

При решении задачи разделения ступеней разработки, как правило, сталкиваются с двумя техническими проблемами. Первая – необходимо обеспечить стартующему летательному аппарату такие условия полета, чтобы после момента разделения он мог совершать автономный полет с набором высоты. Вторая – необходимо исключить соударение разделяющихся летательных аппаратов в момент разрыва механических связей между ними. Траектории разделяющихся ЛА должны быть построены таким образом, чтобы сразу после момента разделе-

ния СН отводился вниз от разгонного блока с разгоном до заданной скорости, а РБ совершал полет с набором высоты и отставанием по отношению к СН. Тогда при запуске двигателей разгонного блока на безопасном расстоянии исключается попадание СН в реактивную струю разогретых газов от двигателей РБ. Действенным вкладом в решение этих проблем, снижение риска неуправляемого развития нештатной ситуации, повышение безопасности полетов и качества управления является разработка и внедрение систем автоматического управления.

Рассмотрим трехступенчатый АКК, состоящий из СН, расположенного на его верхней поверхности РБ и воздушно-космического самолета (ВКС) [14]. Авиационно-космический комплекс, как объект управления (ОУ), – сложная многоуровневая нелинейная динамическая система, состоящая из нескольких подсистем. Для эффективного и качественного управления такой системой не пригодны методы, базирующиеся на линейных подходах классической теории управления. Улучшить качество управления, с учетом естественных свойств ОУ, возможно путем применения синергетических методов синтеза законов управления. Одним из таких методов является метод аналитического конструирования агрегированных регуляторов (АКАР), разработанный профессором Колесниковым А.А. Метод АКАР базируется на положениях синергетической теории управления, основным из которых является формирование в фазовом пространстве управляемых объектов некоторых притягивающих множеств – инвариантных многообразий (ИМ). К ним устремляются все фазовые траектории изображающих точек замкнутой системы «объект – регулятор», независимо от начальных условий интегрирования. Метод АКАР позволяет учесть такие свойства ОУ, как нелинейность, многомерность, многосвязность [15–18]. Рассмотрим использование метода АКАР для синтеза законов управления АКК.

Математическая модель объекта

Для синтеза выбрана нелинейная математическая модель продольного движения летательного аппарата, записанная в полусвязанной системе координат [19]. Математическая модель АКК состоит из модели СН, модели РБ (с ВКС), а также модели силового взаимодействия между ними.

Уравнения продольного движения СН: (1).

Уравнения продольного движения РБ: (2).

Выражения для сил реакций в узлах связи между СН и РБ: (3).

Представим математическую модель (1–3) в переменных состояния, предварительно подставив выражения для аэродинамических сил, действующих на СН, X и Y (4).

$$\begin{aligned}\dot{V} &= \frac{P \cos \alpha}{m} - g \sin(\vartheta - \alpha) + \frac{(N_{yNose} + N_{yMain}) \sin \alpha + A_x \cos \alpha - qS(c_x(\alpha) + c_x^{\delta_\alpha} \delta_\alpha + k_{in1} \Delta c_{xin})}{m}; \\ \dot{H} &= V \cdot \sin(\vartheta - \alpha); \\ \dot{\alpha} &= \omega_z - \frac{P \sin \alpha}{mV} + g \frac{\cos(\vartheta - \alpha)}{V} + \frac{(N_{yNose} + N_{yMain}) \cos \alpha - A_x \sin \alpha - qS(c_y(\alpha) + c_y^{\delta_\alpha} \delta_\alpha + k_{in2} \Delta c_{yin})}{m}; \\ \dot{\omega}_z &= \frac{qSb_a}{I_z} \left(m_z(\alpha) + m_z^{\bar{\omega}_z} \frac{b_a \omega_z}{V} + m_z^{\delta_\alpha} \delta_\alpha + k_{in3} \Delta m_{zin} \right) + \frac{1}{I_z} (N_{yNose} h_{xNose} + N_{yMain} h_{xMain} - A_x h_{yMain}); \\ \dot{\vartheta} &= \omega_z; \\ \dot{x} &= V \cdot \cos(\vartheta - \alpha); \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned}\dot{V}_{RB} &= \frac{P_{RB} \cos \alpha_{RB}}{m_{RB}} - g \sin(\vartheta_{RB} - \alpha_{RB}) + \\ &+ \frac{(-N_{yNose} - N_{yMain}) \sin \alpha_{RB} + A_x \cos \alpha_{RB} - q_{RB} S_{RB} (c_{xRB}(\alpha_{RB}) + c_{xRB}^{\delta_{\alpha RB}} \delta_{\alpha RB} + k_{in1RB} \Delta c_{xinRB} + \Delta c_{xBKC})}{m_{RB}}; \\ \dot{H}_{RB} &= V_{RB} \cdot \sin(\vartheta_{RB} - \alpha_{RB}); \\ \dot{\alpha}_{RB} &= \omega_{zRB} - \frac{P_{RB} \sin \alpha_{RB}}{m_{RB} V_{RB}} + g \frac{\cos(\vartheta_{RB} - \alpha_{RB})}{V_{RB}} + \\ &+ \frac{(-N_{yNose} - N_{yMain}) \cos \alpha_{RB} - A_x \sin \alpha_{RB} - q_{RB} S_{RB} (c_{yRB}(\alpha_{RB}) + c_{yRB}^{\delta_{\alpha RB}} \delta_{\alpha RB} + k_{in2RB} \Delta c_{yinRB} + \Delta c_{yBKC})}{m_{RB}}; \\ \dot{\omega}_{zRB} &= \frac{q_{RB} S_{RB} b_{aRB}}{I_{zRB}} \left(m_{zRB}(\alpha_{RB}) + m_{zRB}^{\bar{\omega}_{zRB}} \frac{b_{aRB} \omega_{zRB}}{V_{RB}} + m_{zRB}^{\delta_{\alpha RB}} \delta_{\alpha RB} + k_{in3RB} \Delta m_{zinRB} \right) + \\ &+ \frac{1}{I_{zRB}} (-N_{yNose} h_{xNose} - N_{yMain} h_{xMain} - A_x h_{yMain}); \\ \dot{\vartheta}_{RB} &= \omega_{zRB}; \\ \dot{x}_{RB} &= V_{RB} \cdot \cos(\vartheta_{RB} - \alpha_{RB}). \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned}A_x &= \left(V_y \omega_z + \omega_z^2 r_x + \frac{-mg \sin \vartheta - X + P}{m} - \frac{G_{xRB} - X_{RB}}{m_{RB}} \right) \frac{m_{RB} m}{m_{RB} + m}; \\ N_{yNose} &= \frac{1}{r_{x_Main_Nose}} (-G_{xRB} r_{lyRB} + G_{yRB} r_{lxRB} + X_{RB} r_{lyRB} + Y_{RB} r_{lxRB}); \\ N_{yMain} &= \left(-V_x \omega_z + \omega_z^2 r_x + \frac{-mg \cos \vartheta + Y}{m} - \frac{G_{yRB} + Y_{RB}}{m_{RB}} \right) \frac{m_{RB} m}{m_{RB} + m} - N_{yNose}; \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned}
\dot{x}_1(t) &= \frac{u_2}{m} \cos(x_3) - g \sin(x_5 - x_3) + \frac{(N_{yNose} + N_{yMain}) \sin(x_3) + A_x \cos(x_3) - qS(c_x(\alpha) + c_y^{\delta_\alpha} u_1 + k_{in1} \Delta c_{xin})}{m}; \\
\dot{x}_2(t) &= x_1 \sin(x_5 - x_3); \\
\dot{x}_3(t) &= x_4 - \frac{u_2 \sin x_3}{mx_1} + \frac{g \cos(x_5 - x_3)}{x_1} + \\
&+ \frac{(N_{yNose} + N_{yMain}) \cos(x_3) - A_x \sin(x_3) - qS(c_y(\alpha) + c_y^{\delta_\alpha} u_1 + k_{in2} \Delta c_{yin})}{mx_1}; \\
\dot{x}_4(t) &= \frac{qSb_a}{I_z} \left[m_z(\alpha) + m_z^{\bar{\omega}_z} \frac{b_a x_4}{x_1} + m_z^{\delta_\alpha} u_1 + k_{in3} \Delta m_{zin} \right] + \frac{1}{I_z} (N_{yNose} h_{xNose} + N_{yMain} h_{xMain} - A_x h_{yMain}); \\
\dot{x}_5(t) &= x_4; \\
\dot{x}_6(t) &= x_1 \cos(x_5 - x_3); \\
\dot{x}_7(t) &= \frac{u_4}{m_{RB}} \cos(x_9) - g \sin(x_{11} - x_9) + \\
&+ \frac{(-N_{yNose} - N_{yMain}) \sin(x_9) + A_x \cos(x_9) - q_{RB} S_{RB} (c_{xRB}(\alpha_{RB}) + c_{xRB}^{\delta_{\alpha RB}} u_3 + k_{in1RB} \Delta c_{xinRB} + \Delta c_{xBKC})}{m_{RB}}; \\
\dot{x}_8(t) &= x_7 \sin(x_{11} - x_9); \\
\dot{x}_9(t) &= x_{10} - \frac{u_4 \sin x_9}{m_{RB} x_7} + g \frac{\cos(x_{11} - x_9)}{x_7} + \\
&+ \frac{(-N_{yNose} - N_{yMain}) \cos(x_9) - A_x \sin(x_9) - q_{RB} S_{RB} (c_{yRB}(\alpha_{RB}) + c_{yRB}^{\delta_{\alpha RB}} u_3 + k_{in2RB} \Delta c_{yinRB} + \Delta c_{yBKC})}{m_{RB} x_7}; \\
\dot{x}_{10}(t) &= \frac{q_{RB} S_{RB} b_{aRB}}{I_{zRB}} \left(m_{RB}(\alpha_{RB}) + m_{zRB}^{\bar{\omega}_{zRB}} \frac{b_{aRB} x_{10}}{x_7} + m_{zRB}^{\delta_{\alpha RB}} u_3 + k_{in3RB} \Delta m_{zinRB} \right) + \\
&+ \frac{1}{I_{zRB}} (-N_{yNose} h_{xNose} - N_{yMain} h_{xMain} - A_x h_{yMain}); \\
\dot{x}_{11}(t) &= x_{10}; \\
\dot{x}_{12}(t) &= x_7 \cos(x_{11} - x_9); \\
A_x &= \left(V_y x_4 + x_4^2 r_x + \frac{-mg \sin(x_5) - qS(c_x(\alpha) + c_c^{\delta_\alpha} u_1 + k_{in1} \Delta c_{xin}) + u_2}{m} - \frac{G_{xRB} - X_{RB}}{m_{RB}} \right) \frac{m_{RB} m}{m_{RB} + m}; \\
N_{yNose} &= \frac{1}{r_{x_main_Nose}} (-G_{xRB} r_{1eRB} + G_{yRB} r_{1xRB} + X_{RB} r_{yRB} + Y_{RB} r_{1xRB}); \\
N_{yMain} &= \left(-V_x x_4 + x_4^2 r_y + \frac{-mg \cos(x_5) + qS(c_x(\alpha) + c_c^{\delta_\alpha} u_1 + k_{in2} \Delta c_{yin})}{m} - \frac{G_{yRB} + Y_{RB}}{m_{RB}} \right) \frac{m_{RB} m}{m_{RB} + m} - N_{yNose};
\end{aligned} \tag{4}$$

где: $x_1 = V$, $x_7 = V_{RB}$ – линейная скорость СН и РБ (далее переменные без индекса относятся к СН, переменные с нижним индексом «RB» – к разгонному блоку); $x_2 = H$, $x_8 = H_{RB}$ – высота полета; $x_3 = \alpha$, $x_9 = \alpha_{RB}$ – угол атаки; $x_4 = \omega_z$, $x_{10} = \omega_{zRB}$ – угловая скорость тангажа; $x_5 = \vartheta$, $x_{11} = \vartheta_{RB}$, – угол тангажа; $x_6 = x$, $x_{12} = x_{RB}$ – продольное перемещение; m , m_{RB} – масса СН и РБ; g – ускорение свободного падения; I_z , I_{zRB} – осевой момент инерции; q , q_{RB} – скоростной

напор, $q = \frac{\rho |V|^2}{2}$; $q_{RB} = \frac{\rho |V_{RB}|^2}{2}$ ρ – плотность воздуха; S , S_{RB} – площадь крыла, b_a , b_{aRB} – средняя аэродинамическая хорда крыла; c_x , c_y , m_z , c_{zRB} , c_{yRB} , m_{zRB} – безразмерные коэффициенты аэродинамических сил и момента тангажа; $c_x^{\delta_\alpha}$, $c_y^{\delta_\alpha}$, $c_z^{\delta_\alpha}$, $c_{xRB}^{\delta_\alpha}$, $c_{yRB}^{\delta_\alpha}$, $c_{zRB}^{\delta_\alpha}$ – производные коэффициентов силы сопротивления, подъемной силы и момента тангажа по углу отклонения руля высоты δ_α , $\delta_{\alpha RB}$; $m_z^{\bar{\omega}_z}$, $m_{zRB}^{\bar{\omega}_{zRB}}$ – произво-

дная коэффициента момента тангажа по относительной угловой скорости изменения угла тангажа $\bar{\omega}_z, \bar{\omega}_{zRB}, \bar{\omega}_z = \frac{b_a \omega_z}{V}$; $\Delta c_{xin}, \Delta c_{yin}, \Delta c_{zin}, \Delta c_{xinRB}, \Delta c_{yinRB}, \Delta c_{zinRB}$ – приращения коэффициентов силы сопротивления, подъемной силы и момента тангажа от интерференции между СН и РБ; $k_{in1}, k_{in2}, k_{in3}, k_{in1RB}, k_{in2RB}, k_{in3RB}$ – коэффициенты, учитывающие изменение интерференции в зависимости от расстояния между ЛА; $\Delta c_{xBKC}, \Delta c_{yBKC}$ – добавки коэффициентов аэродинамических сил от ВКС; N_{yNose}, N_{yMain} – вертикальные проекции сил в носовом и основном узлах крепления РБ к СН; A_x – продольная сила в подкосе основного узла.

Динамика СН и РБ при их разделении описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений 12-го порядка.

Считаем, что все фазовые переменные, входящие в модель, измеряемые.

Синтез законов векторного управления разделением РБ и СН.

При построении регулятора будем считать управляющими воздействиями угол отклонения руля высоты и тягу двигателей самолета-носителя $u_1 = \delta_v, u_2 = P$ а также угол отклонения руля высоты и тягу двигателей РБ $u_3 = \delta_{vRB}, u_4 = P_{RB}$. Искомый вектор управления содержит 4 компоненты, которые входят линейно в дифференциальные уравнения системы (4) и в выражения для сил реакций в узлах крепления РБ к СН.

Поставим задачу найти в аналитической форме вектор управления $\bar{u}$ как функцию координат состояния системы (4), обеспечивающий перевод объекта управления из некоторого начального состояния на пересечение введенных инвариантных многообразий, а затем в заданное состояние, которое определяется следующими целями: 1) обеспечение движения СН со снижением сразу после момента разделения с последующей стабилизацией скорости и высоты полета; 2) обеспечение автономного движения РБ после разрыва механических связей по восходящей траектории до заданной высоты H_{RB}^* , запуск двигателей РБ на безопасном расстоянии от СН и достижение желаемой скорости полета V_{RB}^* :

$$V = V^*, H = H^*, V_{RB} = V_{RB}^*, H_{RB} = H_{RB}^*. \quad (5)$$

Для синтеза законов управления воспользуемся методом АКАР. Введем первую совокупность макропеременных в следующем виде:

$$\begin{aligned} \Psi_1 &= x_1 - x_1^*; \Psi_3 = x_7 - x_7^*; \\ \Psi_2 &= x_4 - \varphi_1; \Psi_4 = x_{10} - \varphi_2, \end{aligned} \quad (6)$$

где x_1^*, x_7^* – заданные технологические инварианты или цели управления, желаемые значения линейной скорости СН и РБ соответственно; φ_1, φ_2 – так называемые «внутренние управления», это некоторые неизвестные функции, которые будут определены в дальнейшем в процедуре синтеза.

Макропеременные (6) должны удовлетворять решению системы функциональных уравнений следующего вида:

$$\begin{aligned} T_1 \cdot \dot{\Psi}_1 + \Psi_1 &= 0; \quad T_3 \cdot \dot{\Psi}_3 + \Psi_3 = 0; \\ T_2 \cdot \dot{\Psi}_2 + \Psi_2 &= 0; \quad T_4 \cdot \dot{\Psi}_4 + \Psi_4 = 0, \end{aligned} \quad (7)$$

где $T_1 \dots T_4$ – постоянные времени, влияющие на качество динамики процессов в замкнутой системе. Условием асимптотической устойчивости уравнений (7) относительно многообразий $\Psi_1 \div \Psi_4 = 0$ являются положительные значения постоянных времени $T_1 \dots T_4 > 0$. На пересечении инвариантных многообразий $\Psi_1 \div \Psi_4 = 0$ реализуются динамические связи:

$$\begin{aligned} x_1 - x_1^* &= 0; \quad x_7 - x_7^* = 0; \\ x_4 - \varphi_1 &= 0; \quad x_{10} - \varphi_2 = 0 \end{aligned} \quad (8)$$

и наблюдается эффект динамического «сжатия» фазового пространства. При этом декомпозированная система примет вид:

$$\begin{aligned} \dot{x}_2(t) &= x_1^* \sin(x_5 - x_3); \quad \dot{x}_8(t) = x_7^* \sin(x_{11} - x_9); \\ \dot{x}_5(t) &= \varphi_1; \quad \dot{x}_{11}(t) = \varphi_2. \end{aligned} \quad (9)$$

Для системы (9) введем вторую совокупность макропеременных Ψ_5, Ψ_6 :

$$\begin{aligned} \Psi_5 &= x_1^* \sin(x_5 - x_3) + x_2 - x_2^*; \\ \Psi_6 &= x_7^* \sin(x_{11} - x_9) + x_8 - x_8^*, \end{aligned} \quad (10)$$

где x_2^*, x_8^* – технологические инварианты, соответствующие поставленным целям управления (5). На многообразиях $\Psi_5 = 0, \Psi_6 = 0$ обеспечивается достижение желаемого значения высоты полета СН $x_2^* = H^*$ и РБ $x_8^* = H_{RB}^*$.

Из совместного аналитического решения уравнений (9), (10) и функциональных уравнений

$$T_5 \cdot \dot{\Psi}_5 + \Psi_5 = 0; \quad T_6 \cdot \dot{\Psi}_6 + \Psi_6 = 0, \quad (11)$$

найдем выражения для «внутренних» управлений φ_1, φ_2 . Внутреннее управление φ_1 зависит от пере-

менных состояния x_2, x_3, x_5 , постоянной времени T_5 и желаемых значений параметров x_1^*, x_2^* ; φ_2 является функцией переменных состояния x_8, x_9, x_{11} , постоянной времени T_6 и желаемых значений параметров x_7^*, x_8^* .

$$\begin{aligned}\varphi_1 &= -\left(1 + \frac{1}{T_5}\right) \operatorname{tg}(x_5 - x_3) - \frac{x_2 - x_2^*}{T_5 x_1^* \cos(x_5 - x_3)}; \\ \varphi_2 &= -\left(1 + \frac{1}{T_6}\right) \operatorname{tg}(x_{11} - x_9) - \frac{x_8 - x_8^*}{T_6 x_7^* \cos(x_{11} - x_9)}.\end{aligned}\quad (12)$$

Для получения внешних управлений необходимо решить совместно уравнения (7) с учетом полученных выражений для внутренних управлений φ_1, φ_2 . В результате получим выражения для управляющих воздействий: угла отклонения руля высоты δ_v и тяги двигателей P самолета-носителя; а также угла отклонения руля высоты δ_{vRB} и тяги двигателей P_{RB} разгонного блока. Эти управления представляют собой функции, зависящие от переменных состояния, технологических инвариантов и постоянных времени:

$$\begin{aligned}u_1, u_2 &= f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_1^*, x_2^*, T_1, T_2, T_5); \\ u_3, u_4 &= f(x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11}, x_{12}, x_7^*, x_8^*, T_3, T_4, T_6).\end{aligned}\quad (13)$$

Моделирование.

Исходные данные для моделирования

Начальные условия: скорость $V(0) = V_{RB}(0) = 800$ км/ч и высота $H(0) = 10000$ м, $H_{RB}(0) = 10008$ м полета СН и РБ в составе АКК в момент времени $t = 0$ с; $\alpha(0) = \alpha_{RB}(0) = 2,4^\circ$; $\omega_z(0) = \omega_{zRB}(0) = 0^\circ/\text{с}$; $\vartheta(0) = \vartheta_{RB}(0) = 2,4^\circ$; $x(0) = x_{RB}(0) = 270000$ м.

Инварианты: желаемая высота и скорость СН после разделения $H^* = 9950$ м; $V^* = 230$ м/с; высота, на которую поднимается РБ после разделения $H_{RB}^* = 10020$ м, и желаемая скорость, до которой тормозится РБ, $V_{RB}^* = 215$ м/с.

Постоянные времени: $T_1 = T_3 = 2$ с; $T_2 = T_4 = T_5 = T_6 = 2,5$ с.

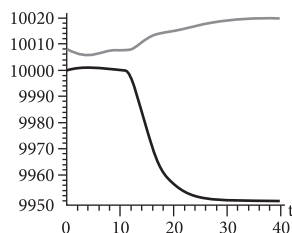


Рис. 1. Высота полета СН и РБ, м

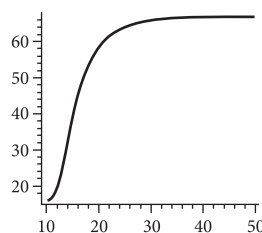


Рис. 2. Расстояние по вертикали между СН и РБ, м

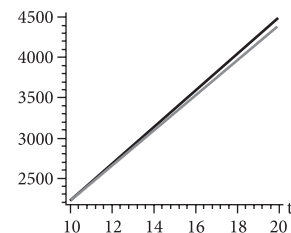


Рис. 3. Пройденный путь СН (верхний) и РБ (нижний), м

Для синтеза законов управления и численного решения замкнутой нелинейной системы дифференциальных уравнений (4), (13) использован программный комплекс Maple, метод Рунге-Кутты 4-го порядка.

Переходные процессы и анализ результатов моделирования.

На рис. 1–18 представлены результаты моделирования динамики движения полученной замкнутой системы «объект управления – автопилот». На рис. 1 показаны траектории движения СН (нижняя кривая) и связки «разгонный блок – ВКС» (верхняя кривая). Разделение летательных аппаратов происходит на 10-й секунде после начала моделирования. После разделения самолет-носитель снижается с высоты 10000 метров до желаемой высоты 9950 метров и затем выравнивается. В это время разгонный блок движется с увеличением высоты полета до достижения заданного инварианта $H_{RB}^* = 10020$ м. На рис. 2 показано расстояние по вертикали между самолетом-носителем и разгонным блоком. Интерференционный эффект между двумя летательными аппаратами исчезает примерно на 7-й секунде после момента разделения, когда расстояние между центрами тяжести летательных аппаратов по вертикали превышает 50 метров.

На рис. 4 и 5 показано изменение по времени скорости полета самолета-носителя и разгонного блока с ВКС. Как видно из графиков, с 1-й по 10-ю секунды самолет-носитель и разгонный блок движутся в составе авиационно-космического комплекса на высоте 10000 метров со скоростью 0,7 Маха. После разрыва всех механических связей и отделения разгонного блока от самолета-носителя на 10-й секунде СН снижается (рис. 1) и разгоняется до скорости $V^* = 230$ м/с (рис. 3). При этом разгонный блок движется с увеличением высоты полета (рис. 1) и тормозится до скорости $V_{RB}^* = 215$ м/с (рис. 4). Из рис. 3 видно, что РБ движется с отставанием от СН, то есть уменьшается вероятность попадания СН в реактивную струю от ракетных двигателей разгонного блока. Изменение

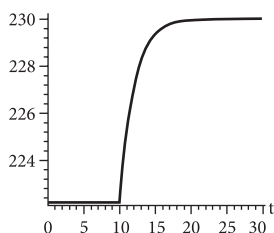


Рис. 4. Скорость полета СН, м/с

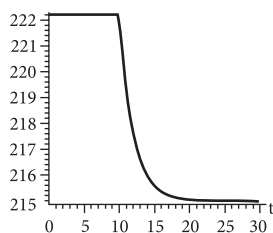


Рис. 5. Скорость полета РБ, м/с

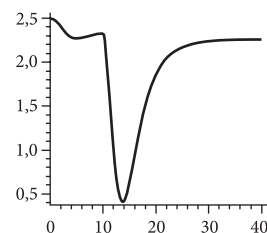


Рис. 6. Угол тангажа СН, град.

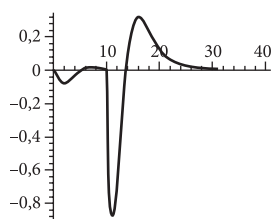


Рис. 7. Угловая скорость тангажа СН, град./с

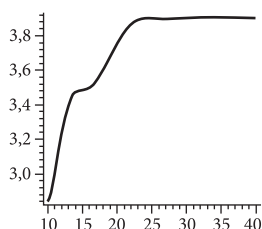


Рис. 8. Угол тангажа РБ, град

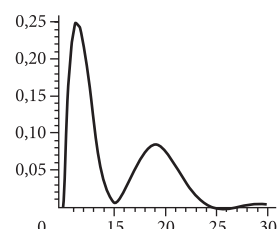


Рис. 9. Угловая скорость тангажа РБ, град./с

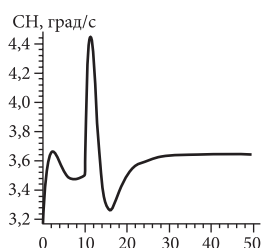
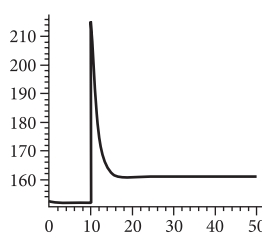
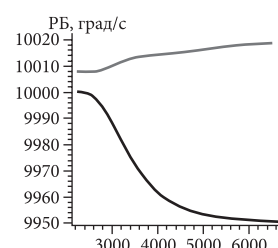
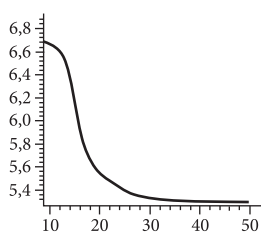
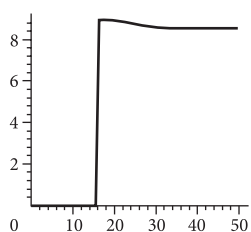
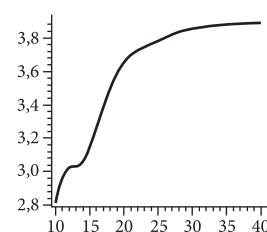
Рис.10. Управление u_1 – угол отклонения руля высоты СН, град.Рис. 11. Управление u_2 – тяга двигателей СН, Т·сРис. 12. Зависимость высоты полета от пройденного пути по горизонтали, м:
СН – нижний; РБ – верхнийРис.13. Управление u_3 – угол отклонения руля высоты РБ, град.Рис. 14. Управление u_4 – тяга двигателей РБ, Т·с

Рис. 15. Угол атаки РБ, град.

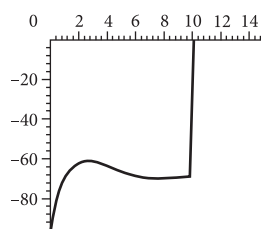


Рис. 16. Сила в носовой опоре

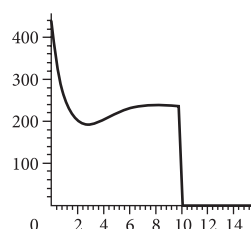


Рис. 17. Сила в основной опоре

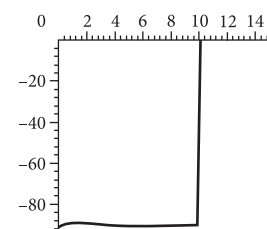


Рис. 18. Сила в продольном подкосе основной опоры



управляющих воздействий по времени интегрирования для самолета-носителя и РБ представлено на рис. 10–11, 13–14. Как видно из графика (рис. 13), на 9-й секунде непосредственно перед разделением угол отклонения руля высоты уменьшается, поворачивая РБ «на кабрирование». Двигатели РБ включаются на 16-й секунде (через 6 секунд после отделения РБ от СН) (рис. 14). Траектории самолета-носителя и разгонного блока в сравнении представлены на рис. 12. На рис. 6–9 и 15 представлены зависимости фазовых переменных от времени интегрирования – угол тангажа, угловая скорость тангажа СН и РБ, а также угол атаки разгонного блока. Видно, что в момент разделения СН совершает вращательное движение вниз по тангажу – «на пикирование», а разгонный блок – вверх по тангажу, «на кабрирование», угол атаки РБ увеличивается. На рис. 16–17 представлены в зависимости от времени вертикальные составляющие сил в носовой и основной опорах механизма крепления разгонного блока к самолету-носителю N_{yNose} и N_{yMain} . Осевая составляющая силы в продольном подкосе приведена на рис. 18. Очевидно, что в момент одновременного открытия всех замков механизма крепления на 10-й секунде и разрыва механических связей в узлах все три силы обнуляются.

Вывод

Результаты расчета показывают, что синтезированные законы управления обеспечивают асимптотическую устойчивость замкнутой системы «объект управления – регулятор», а также достижение поставленных целей управления. После разделения ЛА разгонный блок оказывается выше самолета-носителя на 70 метров и движется с отставанием по отношению к нему. Таким образом, обеспечивается безопасное качественное управление разделением летательных аппаратов: исключается их соударение в момент разрыва механических связей, а также попадание самолета-носителя в реактивную струю ракетных двигателей разгонного блока.

Литература

1. Decker I. P., Wilhite A. W. Technology and methodology of separating two similar size aerospace vehicles within the atmosphere. AIAA Paper, № 75 – 29, 1975.
2. Moelyadi M.A., Breitsamter C., Laschka B. Steady and unsteady calculations on full configuration of two-stage space transportation system during separation, 24th International Congress of the Aeronautical Sciences, ICAS2004, 29 August – 3 September, 2004.
3. Decker J.P., and Gera J. An exploratory study of parallel stage separation of reusable launch vehicles. NASA TN D-4765, Oct. 1968.
4. Decker K. Aerodynamik eines zweistufigen Raumtransportsystems beim Wiedereintritt und während der Separation. Dissertation, Technische Universität München, Dec. 2003.
5. Bernot P.T. Abort separation study of a shuttle. orbiter and external tank at hypersonic speed. NASA. TM X-3212, May 1975.
6. Rochholz H., Huber T., Matyas, F. Unsteady airloads during separation of an idealized two-stage hypersonic vehicle. Zeitschrift für Flugwissenschaften und Weltraumforschung, Band 19, Heft 1, pp. 2–9, 1995.
7. Колесников К.С., Кокушкин В.В., Борzych С.В., Панкова Н.В. Расчет и проектирование систем разделения ступеней ракет: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 376 с.
8. Демешкина В.В., Ильин В.А., Леутин А.П. Некоторые особенности процесса разделения летательных аппаратов вблизи момента разрыва связей. Ч. I и II. – Ученые записки ЦАГИ. – 1980. – Т. 11. – № 4, 5.
9. Леутин А.П. Об определении системы сил реакций в шарнирных узлах крепления летательных аппаратов при их разделении. – Ученые записки ЦАГИ. – 1981. – Т. 12. – № 4.
10. Ильин В.А. Учет реального силового взаимодействия в шарнирных узлах крепления при расчете связанного относительного разворота двух летательных аппаратов. – Ученые записки ЦАГИ. – 1984. – Т. 15. – № 3.
11. Ильин В.А. Сила трения и момент сил трения в шарнирных узлах крепления при развороте двух летательных аппаратов относительно этих узлов. Ч. I и II. – Ученые записки ЦАГИ. – 1985. – Т. 16. – № 3 и 1986. – Т. 17. – № 1.
12. Овчинников В.В., Садчиков В.И. Определение линейных и угловых ускорений несвободной системы двух летательных. – Ученые записки ЦАГИ. – 1987. Т. 18. – № 5.
13. Овчинников В.В., Садчиков В.И. Метод исключения статических неопределенностей в задачах механики несвободного твердого тела. – Ученые записки ЦАГИ. – 1987. Т. 18. – № 6.
14. Кобзев В.А., Фортинов Л.Г., Гломбинский Е.Н. Комплексная система для запуска тяжелых воздушно-космических самолетов многоразового использования на околоземную орбиту, супертяжелый реактивный самолет-амфибия для нее (варианты) и способ осуществления запуска // Патент РФ №2397922, приоритет от 30.07.2008 г.
15. Колесников А.А. Синергетическая теория управления. М.: Энергоатомиздат. – 1994.
16. Веселов Г.Е. Синергетический подход к синтезу иерархических систем управления // Известия ТРТУ. – 2006. – Т. 61. – № 6. – С. 73–84.

17. Современная прикладная теория управления. Ч. II: Синергетический подход в теории управления / Под. ред. А.А. Колесникова. – Москва-Таганрог: Изд-во ТРТУ. – 2000.

18. Колесников А.А., Веселов Г.Е., Попов А.Н., Мушенко А.С. и др. Синергетические методы управления сложными системами: механические и электромеханические системы. – М.: КомКнига. – 2006. – 304 с.

19. Бюшгенс Г.С., Студнев Р.В. Аэродинамика самолета: Динамика продольного и бокового движения. – М.: Машиностроение. – 1979. – 352 с.

Features of High-Quality Management of Process of Division of Aircraft – Synergetic Approach

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: olgadmkn@yandex.ru

E.S. Kreerenko, Southern Federal University; Rostov-on-Don Region, Taganrog

Summary. Synthesis of strategy of management of process of division of steps of the aerospace complex (AC) with the top arrangement of the accelerating block (AB) by plane carrier (PC) at a simultaneous rupture of all communications is presented in article between them. Questions of improvement of quality of management process of AC at a stage of division of steps by means of application of synergetic methods of management are considered. The AB and PC mathematical models taking into account power and aerodynamic interaction between them are developed. The expressions defining dependence of forces and the moments of forces of reactions in communication centers from aerodynamic and mass and inertial characteristics of AB and PC are received. It is shown that accounting of natural properties of objects allows to receive the control systems providing high-quality unaccented division of aircraft and also creation for the accelerating block of the conditions allowing him to make autonomous flight after division with ascent.

Keywords: aerospace complex, synthesis of laws of management, AKAR method, accelerating block, plane carrier, division of aircraft.

References:

1. Decker I.P., Wilhite A.W. Technology and mythology of separating two similar size aerospace vehicles within the atmosphere. AIAA Paper. No. 75 – 29, 1975.
2. Moelyadi M.A., Breitsamter C., Laschka B. Steady and unsteady calculations on full configuration of two-stage space transportation system during separation. The 24th International congress of the aeronautical sciences. 29 August – 3 September, 2004.

3. Decker J.P., Gera J. An exploratory study of parallel stage separation of reusable launch vehicles. NASA TN D-4765. 1968.

4. Decker K. Aerodynamik eines zweistufigen Raumtransportsystems beim Wiedereintritt und während der Separation. Dissertation, Technische Universität München. 2003.

5. Bernot P.T. Abort separation study of a shuttle orbiter and external tank at hypersonic speed. NASA TM X-3212. 1975.

6. Rochholz H., Huber T., Matyas, F. Unsteady air loads during separation of an idealized two-stage hypersonic vehicle. Zeitschrift für Flugwissenschaften und Weltraumforschung, Band. Heft 1, 1995. pp. 2–9.

7. Rochholz H., Huber T., Matyas, F. Unsteady air loads during separation of an idealized two-stage hypersonic vehicle. Zeitschrift für Flugwissenschaften und Weltraumforschung, Band 19, Heft 1. 1995. pp. 2–9.

8. Demeshkina V.V., Ilyin V.A., Leutin A.P. Neotorye of feature of process of division of aircraft near the moment of a rupture of communications. P. I and II. Scientific notes of TsAGI. 1980, V. 11, No. 4, 5.

9. Leutin A.P. About definition of system of forces of reactions in hinged knots of fastening of aircraft at their division. Scientific notes of TsAGI. 1981, V. 12, No. 4.

10. Ilyin V.A. Accounting of real power interaction in hinged knots of fastening when calculating the connected relative turn of two aircraft. Scientific notes of TsAGI. 1984, V. 15, No. 3.

11. Ilyin V.A. Friction force and the moment of friction forces in hinged knots of fastening at a turn of two aircraft concerning these knots. Parts I and II. Scientific notes of TsAGI. 1985, V. 16, No. 3. 1986, volume 17, No. 1.

12. Ovchinnikov V.V., Sadchikov V.I. Definition of linear and angular accelerations of not free system of two flying. Scientific notes of TsAGI. 1987, V. 18, No. 5.

13. Ovchinnikov V.V., Sadchikov V.I. A method of an exception of static uncertainty in problems of mechanics of not free solid body. Scientific notes of TsAGI. 1987, V. 18, No. 6.

14. Kobzev V.A., Fortinov L.G., Glombinsky E.N. Complex system for start of heavy aerospace planes of reusable use on Earth orbit, the superheavy jet amphibian for her (options) and a way of implementation of start. The patent of the Russian Federation No. 2397922, a priority from 7/30/2008.

15. Kolesnikov A.A. Synergetic theory of management. Energoatomizdat. Moscow, 1994.

16. Veselov G.E. Synergetic approach to synthesis of hierarchical control systems. Publishing house of the Taganrog radio engineering university. 2006, V. 61, No. 6. pp. 73–84.

17. Kolesnikov A.A. Modern applied theory of management. Synergetic approach in the theory of management. Publishing house of the Taganrog radio engineering university. Moscow-Taganrog, 2000.

18. Kolesnikov A.A., Veselov G.E., Popov A.N., Mushengko A.S. Synergetic methods of management of difficult systems: mechanical and electromechanical systems. Komkniga. Moscow, 2006. 304 p.

19. Bushgens G.S., Studnev R.V. Aerodynamik of the plane: Dynamics of longitudinal and lateral motion. Mechanical engineering. Moscow, 1979. 352 p.

Социально-экономические последствия аварийности на автомобильных дорогах в Российской Федерации

Е.С. Демахина

студент направления «Технология транспортных процессов», ДВФУ; г. Владивосток

Н.С. Поготовкина

доцент кафедры транспортных машин и транспортно-технологических процессов, ДВФУ; г. Владивосток

e-mail: pogotovkina.ns@dvfu.ru

Е.А. Никитин

студент направления «Технология транспортных процессов», ВГУЭС, г. Владивосток

В.А. Пархоменко

студент направления «Технология транспортных процессов», ВГУЭС, г. Владивосток

Аннотация. Несмотря на существенное снижение в последние годы показателей аварийности на автомобильных дорогах, проблема безопасности дорожного движения в нашей стране стоит очень остро. Показатель социального риска в Российской Федерации в 2017 г. составил 13 погибших на 100 тысяч населения, что значительно выше, чем во многих странах Европы. Ежегодные экономические потери вследствие дорожно-транспортных происшествий наносят огромный ущерб экономике страны и составляют, по оценкам специалистов, около 2% валового внутреннего продукта. В статье приведены результаты расчета экономического ущерба в результате гибели и ранения людей.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, аварийность, дорожно-транспортные происшествия, социальный риск, экономический ущерб.

На протяжении нескольких десятков лет в России растет уровень автомобилизации населения. По данным агентства «АВТОСТАТ», на

1 июля 2017 г. на 1000 жителей нашей страны приходится 290 легковых автомобилей [2]. Согласно данным Государственной инспекции безопасности дорожного движения (ГИБДД), автомобильный парк России в 2017 г. насчитывал 59,79 млн единиц, а количество зарегистрированных легковых автомобилей составило чуть меньше 46,9 млн единиц [7]. Только за последние 10 лет количество зарегистрированных автотранспортных средств в России увеличилось более чем на 65%, в 2006 г. этот показатель составлял 34 млн единиц [5].

Ускоренный рост количества автомобилей вместе с отставанием развития улично-дорожной сети и ее неприспособленностью к интенсивному транспортному потоку дает самый ощутимый негативный эффект от роста уровня автомобилизации – аварийность на автомобильных дорогах и ее последствия (рис. 1).

Снижение показателей аварийности, начиная с 2006 г. до настоящего времени, можно связать с началом реализации федеральных целевых программ, направленных на повышение безопасности дорожного движения.

Так как численность населения страны постоянно меняется, дать объективную оценку аварийности позволяет показатель социального риска. Социальный риск – число лиц, погибших в дорожно-транспортных происшествиях, на 100 тыс. населения (рис. 2) [8, 9].

Из графика видно, что показатель социального риска на протяжении нескольких лет снижается, и в 2017 г. он составил 13 погибших на 100 тыс. населения, а по сравнению с 2000 г. уменьшился на 35,6%.

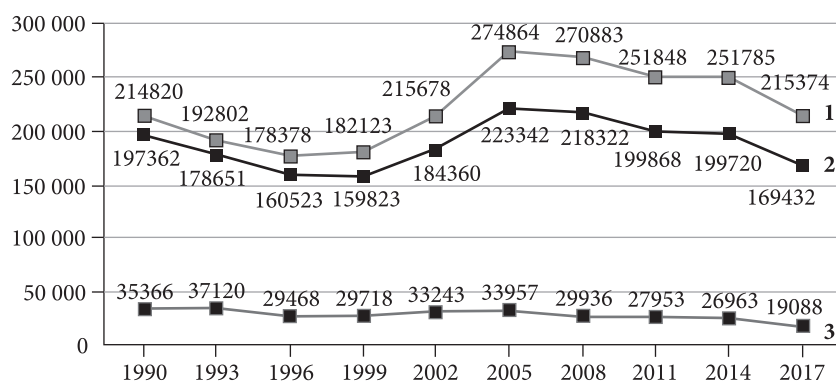


Рис. 1. Показатели ДТП в Российской Федерации в 1990–2017 гг.: 1 – число раненых, 2 – число ДТП, 3 – число погибших

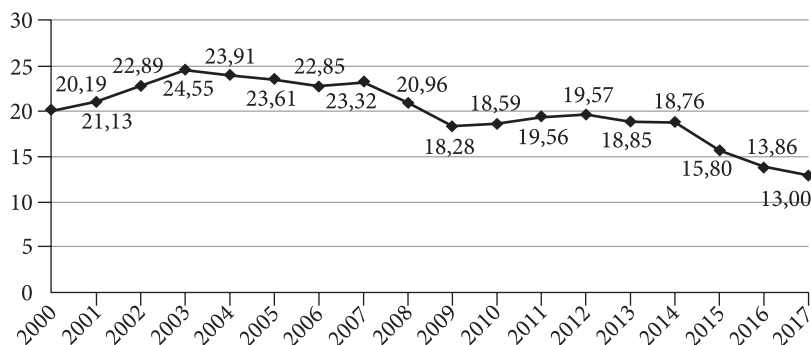


Рис. 2. Социальный риск ДТП в России в 1999–2017 гг.

Несмотря на значительное снижение всех показателей аварийности на автомобильном транспорте, по общему состоянию безопасности дорожного движения и, в частности, социальному риску мы существенно отстаем от многих развитых стран [4] (рис. 3).

Помимо социальных (демографических) потерь стоит рассмотреть и экономические последствия дорожно-транспортных происшествий для страны. Ежегодный экономический ущерб в результате ДТП составляет порядка 2% валового внутреннего продукта (ВВП) [8].

Величина социально-экономического ущерба в результате аварий состоит из следующих переменных [1, 3]:

- ущерб в результате гибели и ранения людей;
- ущерб в результате повреждения транспортных средств;
- ущерб в результате порчи груза;
- ущерб в результате повреждения дорог и дорожных сооружений.

Величина социально-экономического ущерба в результате дорожно-транспортных происшествий оценивается на основе прямых и косвенных потерь.

К прямым потерям относятся [1, 3]:

- потери автотранспортных средств их владельцами;
- потери служб по эксплуатации дорог и ликвидации последствий дорожно-транспортных происшествий;

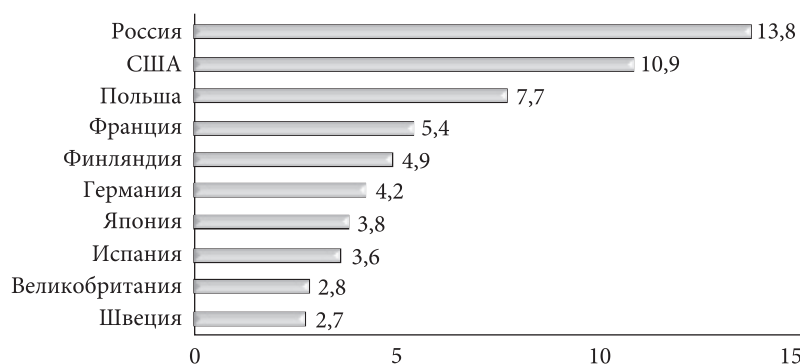


Рис. 3. Показатели социального риска ДТП в разных странах в 2016 г.

- потери грузоотправителей;
- затраты государства на выплату пенсий;
- затраты предприятий, работники которых стали жертвами аварии;
- страховые выплаты;
- затраты медицинских учреждений на лечение пострадавших в ДТП;
- затраты юридических органов и ГИБДД на расследование дорожно-транспортных происшествий.

К косвенным потерям относятся:

- потери экономики в результате полного или временного выбытия человека из сферы материального производства;
- потери, связанные с нарушением производственных связей, и моральные потери.

Оценка экономических потерь в результате выбытия человека из сферы производства осуществляется методом подсчета общих доходов, где оценивается денежная польза от человека, которую получит общество, если предотвратит его гибель в результате ДТП.

Существует «Методика оценки и расчета нормативов социально-экономического ущерба вследствие дорожно-транспортного происшествия» Р-03112199-0502-00, разработанная Научно-исследовательским институтом автомобильного транспорта и утвержденная в 2000 г. Министерством транспорта РФ. Указанная методика в настоящее время не действует, однако полагаем, рассчитанные по ней показатели могут быть применены для определения социально-экономического ущерба от ДТП.

В работе [3] определена стоимостная оценка ДТП в 2006 г. Для определения оценочных показателей на 2016 г. может быть использован упрощенный метод [1]. Исходной информацией является норматив ущерба за 2006 г., величина ВВП и численность населения, занятого в экономике [6]. Следует найти коэффициент К как отношение ВВП за 2016 г. (ВВП₂₀₁₆) к ВВП за 2006 г. (ВВП₂₀₀₆).

$$K_{2016} = \text{ВВП}_{2016} / \text{ВВП}_{2006}, \quad (1)$$

$$K_{2016} = 86043,6 / 26917,2 = 3,19.$$

Значения ВВП приведены в млрд руб.

Далее необходимо найти коэффициент К₁, определяющий прирост населения, занятого в экономике за данный период. Этот коэффициент определяется по формуле:

$$K_{12016} = P_{2016} / P_{2006}. \quad (2)$$



где P_{2016} – количество населения, занятого в экономике в 2016 г., тыс. чел.; P_{2006} – количество населения, занятого в экономике в 2006 г., тыс. чел.

Значение коэффициента $K1$:

$$K1_{2016} = 72392,6 / 69168,7 = 1,05.$$

Для окончательных расчетов находим коэффициент $K2$:

$$K2_{2016} = K_{2016} / K1_{2016}, \quad (3)$$

$$K2_{2016} = 3,19 / 1,05 = 3,04.$$

Ущерб от гибели или ранения одного человека в ДТП в 2016 г. вычисляется с учетом коэффициента по формуле:

$$C_{2016} = C_{2006} \cdot K2_{2016}. \quad (4)$$

Стоимостная оценка ущерба от гибели и ранения одного человека в ДТП за 2006 (C_{2006}) и 2016 (C_{2016}) годы приведена в табл. 1.

Согласно данным, приведенным в табл. 1, в 2016 г. экономический ущерб от ДТП увеличился более чем в три раза по сравнению с 2006 г. Прежде всего это связано с ежегодным изменением уровня инфляции.

Точно определить потери от ДТП по приведенной методике не представляется возможным из-за отсутствия достоверных данных о степени ранения людей в ДТП и о семейном положении погибших. Поэтому при определении ущерба в результате гибели людей принималось, что все они имели семью.

Ущерб государства в результате гибели людей в 2016 г., млн руб.:

$$Y_{2016} = C_{2016} \cdot n_{2016}, \quad (5)$$

где n_{2016} – количество погибших за 2016 г.

В 2016 г. на дорогах страны погибло 20308 человек, из них 710 – дети [7].

Ущерб государства в результате гибели взрослых:

$$Y_{2016} = 22,28 \cdot 19598 = 436643,44 \text{ млн руб.}$$

Ущерб государства в результате гибели детей:

$$Y_{2016} = 25,57 \cdot 710 = 18154,7 \text{ млн руб.}$$

Расчеты показали, что государство ежегодно теряет огромные суммы в результате гибели взрослых и детей. Для снижения показателей аварийности в России на федеральном уровне принимаются меры. Так, в 2013 г. принята федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах». Ее ключевым показателем является смертность на дорогах России, планировалось снизить его к 2020 г. до 20 тыс. человек. Фактически на эту цифру вышли еще в 2016 г., когда в ДТП погибли 20308 человек, а показатель социального риска составил 13,8 погибших на 100 тыс. населения [9].

В 2018 г. Правительство РФ поставило новые цели. Согласно «Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы», утвержденной распоряжением № 1 от 8 января 2018 г. (далее по тексту Стратегия), к 2020 г. социальный риск в России должен сократиться до 4 погибших на 100 тыс. населения, а к 2024 г. планируется прийти к нулевым показателям. Какие мероприятия будут приняты для реализации Стратегии – пока неизвестно, проект плана мероприятий должен быть разработан и внесен для утверждения летом 2018 г.

Основными причинами высокой аварийности являются низкая дисциплина и невнимательность участников дорожного движения, а также плохое состояние дорог. Более 85% ДТП происходит из-

Таблица 1.

Стоимостная оценка ущерба от гибели и ранения людей в ДТП за 2006 и 2016 гг.

Показатель	Стоимостная оценка ущерба от ДТП, млн руб.	
	C_{2006}	C_{2016}
Гибель человека, имевшего семью	7,329	22,28
Гибель человека, не имевшего семьи	6,930	21,07
Ранение с получением инвалидности без возможности дальнейшей работы	3,622	11,01
Ранение с получением инвалидности и возможностью частичной работы	2,090	6,35
Ранение без получения инвалидности	0,039	0,12
Гибель ребенка	8,411	25,57

за нарушений правил дорожного движения водителями транспортных средств. Реализуемые на федеральном уровне программы, разработанные с учетом положительного зарубежного опыта, очевидно, дают результаты. Но только при условии повышения дисциплины участников движения и культуры поведения на дорогах удастся достичь цели и свести к минимуму количество погибших, а следовательно, и социально-экономический ущерб от ДТП.

Литература

1. Верзилин В.А. Социально-экономические потери от ДТП (на примере Воронежской области) // Вестник ТГУ. – 2009. – № 12 (80). – С. 154–160.
2. В России – 290 легковых автомобилей на 1000 жителей [Электронный ресурс] / Сайт аналитического агентства «Автостат». – Режим доступа: <https://www.autostat.ru/news/31279/> (дата обращения 20.03.2018).
3. Горев А.Э., Олещенко Е.М. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения. – М.: Академия. – 2006. – 258 с.
4. Как снижаются в России риски для жизни при ДТП? [Электронный ресурс] / Сайт Фактограф. – Режим доступа: <https://www.factograph.info/a/29007937.html> (дата обращения 20.03.2018).
5. Количество автомобилей в России превысило 56 млн [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.spbdnevnik.ru/news/2016-02-21/kolichestvo-avtomobiley-v-rossii-prevysilo-56-mln/> (дата обращения 15.03.2018).
6. Официальная статистика [Электронный ресурс] // Сайт Федеральной службы государственной статистики. – Режим доступа: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/accounts/ (дата обращения 18.03.2018).
7. Показатели состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] // Сайт Госавтоинспекции. – Режим доступа: <http://www.gibdd.ru/stat/> (дата обращения 18.03.2018).
8. Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018-2024 годы: распоряжение Правительства РФ от 8 января 2018 г. № 1-р [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_288413/ (дата обращения 25.03.2018).
9. Паспорт федеральной целевой программы «Повышение безопасности дорожного движения в 2013 – 2020 годах» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.fcp-pbdd.ru/about_program/passport.ph (дата обращения 15.02.2018).

Social and Economic Consequences of Accident Rate on Highways in the Russian Federation

E.S. Demakhina, student of the direction «Technology of transport processes», Far Eastern Federal University; Vladivostok

N.S. Pogotovkina, assistant professor of the department of Transport machinery and transport technological processes, Far Eastern Federal University; Vladivostok

e-mail: pogotovkina.ns@dvfu.ru

E.A. Nikitin, student of the direction «Technology of transport processes», Vladivostok state university of economy and service; Vladivostok

V.A. Parkhomenko, student of the direction «Technology of transport processes», Vladivostok state university of economy and service; Vladivostok

Summary. Despite the significant decrease in recent years in road accidents, the problem of road safety in our country is very acute. The social risk indicator in the Russian Federation in 2017 was 13 per 100,000 population, which is much higher than in many European countries. Annual economic losses due to road accidents cause huge damage to the country's economy and make, according to experts, about 2% of the gross domestic product. The article presents the results of calculation of economic damage as a result of death and injury of people.

Keywords: traffic safety, accident rate, traffic accidents, social risk, economic damage.

References:

1. Verzilin, V. A. Social and economic losses from road accident (on the example of the Voronezh region). Bulletin of the Tomsk State University. 2009, No. 12 (80). pp. 154–160.
2. In Russia – 290 cars per 1000 inhabitants. *The Website of analytical Agency «Avtostat»*. Available at: <https://www.autostat.ru/news/31279/> – (accessed: 20.03.2018).
3. Gorev A.E., Oleshchenko E.M. Road traffic organization and safety of traffic. *Academy*. Moscow, 2006. 258 p.
4. How do the hazards to life caused by traffic accident reduce in Russia? *The Website Factograph*. Available at: <https://www.factograph.info/a/29007937.html> – (accessed: 20.03.2018).
5. The amount of cars in Russia exceeded 56 million. Available at: <https://www.spbdnevnik.ru/news/2016-02-21/kolichestvo-avtomobiley-v-rossii-prevysilo-56-mln/> – (accessed: 15.03.2018).
6. Official statistics. *The Website of the state statistics federal service*. Available at: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/accounts/ – (accessed: 18.03.2018).
7. Indicators of road safety. *Road Traffic Police Website*. Available at: <http://www.gibdd.ru/stat/> – (accessed: 18.03.2018).
8. Road safety strategy in the Russian Federation for 2018-2024: Russian Federation government order No. 1-R from January, 8, 2018. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_288413/ – (accessed: 25.03.2018).
9. The passport of the Federal target program «Improvement of traffic safety in 2013 – 2020». Available at: http://www.fcp-pbdd.ru/about_program/passport.ph – (accessed: 15.02.2018).



Исследование эксплуатационной надежности автомобилей при замене параметра сдвига распределения ресурса деталей закона Вейбулла

В.Е. Касьянов

д.т.н., профессор кафедры
«Автотранспортные, строительные
и дорожные средства» Донского
государственного технического
университета; г. Ростов-на-Дону

Е.Е. Косенко

к.т.н., доцент кафедры
«Автотранспортные, строительные
и дорожные средства» Донского
государственного технического
университета; г. Ростов-на-Дону

e-mail: a123lok@mail.ru

В.В. Косенко

*к.т.н., доцент кафедры
«Автотранспортные, строительные
и дорожные средства» Донского
государственного технического
университета; г. Ростов-на-Дону*

А.А. Котесова

к.т.н., доцент кафедры
«Автотранспортные, строительные
и дорожные средства» Донского
государственного технического
университета; г. Ростов-на-Дону

Р.В. Хван

аспирант Донского государственного
технического университета;
г. Ростов-на-Дону

Аннотация. В статье проведен анализ результатов расчета прочности и усталостного ресурса деталей машин при замене параметра сдвига распределения Вейбулла на первое значение вариационного ряда со-

вокупности конечного объема. Графическим методом определены значения параметров распределения закона Вейбулла для совокупности. Получены значения сдвига при размахе $R=1,3$ для твердости и при размахе $R=50$ для ресурса. В результате проведенных исследований установлена необходимость их учета в расчетах усталостного ресурса деталей машин.

Ключевые слова: выборка, усталостный ресурс, генеральная совокупность конечного объема.

Шведский инженер Валлоди Вейбулл (1887–1979) в 1930-х гг. провел усталостные испытания образцов для выборок из совокупности. Как показал последующий анализ исследования очень важного параметра – сдвига, определившего минимальные значения для выборочных данных, этот метод может быть успешно применен в расчетах усталостного ресурса [1–5].

Однако дальнейшие исследования, в том числе проведенные нашей научной лабораторией управления надежностью машин, показали, что информация об отказах при эксплуатации приходит не только от объекта выборки [6–11]. Дополнительно отказы фиксируются для всей совокупности эксплуатирующихся машин, узлов и деталей. Поэтому возникла необходимость в расчетах, например усталостного ресурса, в обязательном порядке использующем не только выборочную информацию, но и данные о совокупности машин и их составных частей.

На *рис. 1* представлено:

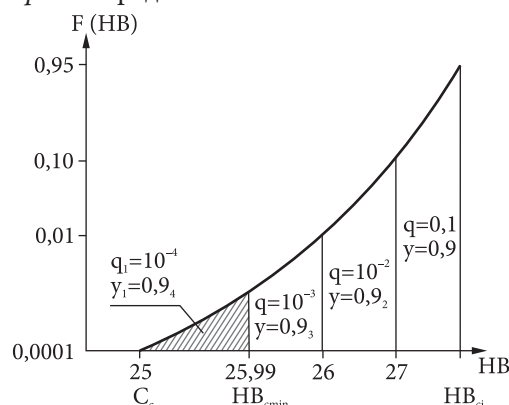


Рис. 1. Левая ветвь распределения совокупности значений твердости стали Ст3

- значение параметра сдвига распределения Вейбулла для совокупности (C_c);
- первое значение твердости вариационного ряда совокупности HB_{c1} (минимальное);
- доверительная вероятность $\gamma_1=0,94$, $q_1=10^{-4}$ и далее

$$\gamma=0,9_3, q=10^{-3};$$

$$\gamma=0,9_2, q=10^{-2};$$

$$\gamma=0,9, q=0,1.$$

Заштрихованная область свидетельствует о том, что в интервале $C_c - HB_{c1}$ отсутствуют образцы стали Ст3, т.к. значений твердости меньше HB_{c1} не может быть (не корректно). Поэтому для расчета ресурса деталей следует использовать значение HB_{c1} взамен C_c .

Для графического метода перехода от параметров закона Вейбулла к параметрам совокупности конечного объема использовался метод Капура-Ламберсона [12], позволяющий достаточно просто определить параметры масштаба «а» и параметр формы «b». Параметр «с» определен посредством преобразования формулы интегрального вида закона Вейбулла.

При использовании графического метода для перехода от выборки к расчету параметров закона Вейбулла для совокупности конечного объема в ряде случаев возникает необходимость (при размахах параметров более 10) изменения шкалы по оси абсцисс в сторону уменьшения значений параметра. Этот подход является вынужденным в случае, когда продолжение аппроксимирующей прямой для выборки невозможна, т.к. прямая для совокупности оказывается за пределами шкалы.

В общем виде уравнение имеет вид:

$$HB_{ci} = C_{ci} + A \sqrt[3]{-\ln(\gamma_i)}, \quad (1)$$

$$C_{ci} = HB_i - A \sqrt[3]{-\ln(\gamma_i)}, \quad (2)$$

где HB_i – наименьшее значение совокупности; C_{ci} – сдвиг, полученный при анализе совокупности; γ – доверительная вероятность.

Для определения минимального значения:

$$HB_{cmin} = C_c + A \sqrt[3]{-\ln(\gamma_1)}, \quad (3)$$

$$C_{c1} = HB_{cmin} - A \sqrt[3]{-\ln(\gamma_1)}, \quad (4)$$

При рассмотрении выборочных значений с размахом $R \approx 1,3$ расчет будет иметь следующий вид.

Исходные данные:

Выборка: Ст3, $N=50$, $HB_{min}=116$, $HB_{max}=148$.

Параметры распределения Вейбулла (выборка) по методу максимального правдоподобия: $a=18,03$; $b=1,6$; $c=115,3$.

Параметры распределения Вейбулла для совокупности $N_c=10^4$: $A=a$; $B=b$;
 $C = HB_{min} - A \cdot \sqrt[3]{-\ln(\gamma)}$.

HB_{min} для совокупности найдено графическим методом:

$$HB_{min}=80,$$

$$C_c = 80 - 18,03 \cdot \sqrt[3]{-\ln(0,9_4)} = 79,94.$$

Решение №1:

1. При $\gamma = 0,9_4$

$$HB(C_c) = C_c + A \cdot \sqrt[3]{-\ln(\gamma)} =$$

$$= 79,94 + 18,03 \cdot \sqrt[3]{-\ln(0,9_4)} = 80,$$

$$HB(HB_{min}) = HB_{min} + A \cdot \sqrt[3]{-\ln(\gamma)} =$$

$$= 80 + 18,03 \cdot \sqrt[3]{-\ln(0,9_4)} = 80,05.$$

Расхождение

$$\delta = \frac{HB(HB_{min}) - HB(C_c)}{HB(HB_{min})} \cdot 100\% = 0,0749.$$

2. При $\gamma = 0,9_3$

$$HB(C_c) = 79,94 + 18,03 \cdot \sqrt[3]{-\ln(0,9_3)} = 80,18;$$

$$HB(HB_{min}) = 80 + 18,03 \cdot \sqrt[3]{-\ln(0,9_3)} = 80,24,$$

$$\delta = 0,0747\%.$$

3. При $\gamma = 0,9_2$

$$HB(C_c) = 79,94 + 18,03 \cdot \sqrt[3]{-\ln(0,9_2)} = 80,95;$$

$$HB(HB_{min}) = 80 + 18,03 \cdot \sqrt[3]{-\ln(0,9_2)} = 81,01,$$

$$\delta = 0,0741\%.$$

4. При $\gamma = 0,9$

$$HB(C_c) = 79,94 + 18,03 \cdot \sqrt[3]{-\ln(0,9)} = 84,35;$$

$$HB(HB_{min}) = 80 + 18,03 \cdot \sqrt[3]{-\ln(0,9)} = 84,41,$$

$$\delta = 0,0715\%.$$

Результаты расчета сведены в табл. 1.

Зависимость расхождения δ от вероятности $\gamma/100$ представлена на рис. 2.

Расчет ошибки, с учетом твердости и ресурса [13], проведен для случая замены параметра сдвига закона Вейбулла на первое значение вариационного ряда совокупности. С учетом размаха $R \approx 50$ расчет будет иметь следующий вид.

Таблица 1.

Результаты расчетов

γ	$HB(C_c)$	$HB(HB_{min})$	$\delta, \%$
0,9 ₄	80	80,06	0,0749
0,9 ₃	80,18	80,24	0,0747
0,9 ₂	80,95	81,01	0,0741
0,9	84,35	84,41	0,0715

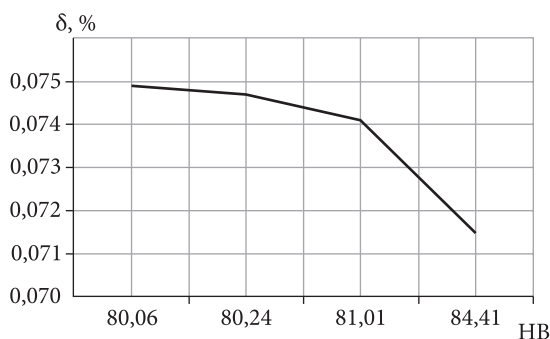


Рис. 2. Зависимость расхождения δ от первого значения вариационного ряда совокупности твердости

Параметры трехпараметрического закона распределения Вейбулла определены с использованием графического метода по схеме, показанной на рис. 3.

Совокупность: $a = 1800$; $b = 1,65$

$c = C_{cl}$ – определяем по формуле (4).

T_{pmin} для доверительной вероятности $\gamma = 0,9999$ составляет 26 ч.

T_{pmin} для совокупности найдено графическим методом

$$C_c = 26 - 1800 \cdot \sqrt[1,65]{-\ln(0,9_4)} = 19,22 \text{ ч.}$$

Решение №2:

1. При $\gamma = 0,9_4$

$$\begin{aligned} T_p(C_c) &= C_c + A \cdot \sqrt[1,65]{-\ln(\gamma)} = \\ &= 19,22 + 1800 \cdot \sqrt[1,65]{-\ln(0,9_4)} = 25,99 \text{ ч.} \end{aligned}$$

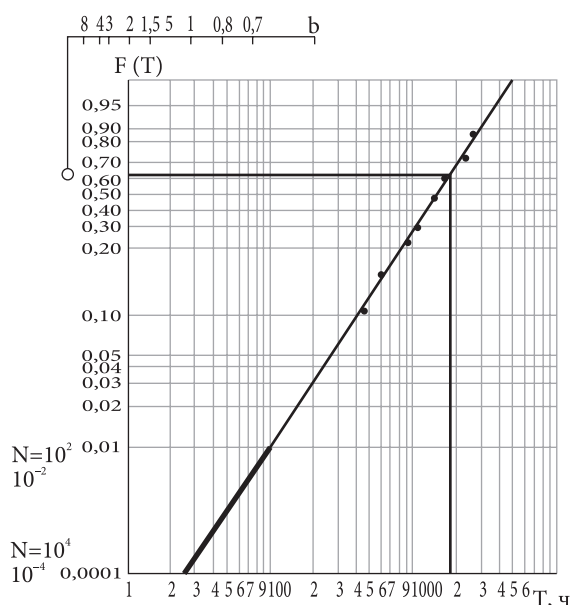


Рис. 3. Графический метод перехода от выборки к совокупности

$$\begin{aligned} T_p(T_{pmin}) &= T_{pmin} + A \cdot \sqrt[1,65]{-\ln(\gamma)} = \\ &= 26 + 1800 \cdot \sqrt[1,65]{-\ln(0,9_4)} = 32,78 \text{ ч.} \end{aligned}$$

Расхождение

$$\delta = \frac{T_p(T_{pmin}) - T_p(C_c)}{T_p(T_{pmin})} \cdot 100\% = 20,71.$$

2. При $\gamma = 0,9_3$

$$T_p(C_c) = 19,22 + 1800 \cdot \sqrt[1,65]{-\ln(0,9_3)} = 46,58 \text{ ч.},$$

$$T_p(T_{pmin}) = 26 + 1800 \cdot \sqrt[1,65]{-\ln(0,9_3)} = 53,37 \text{ ч.}$$

$$\delta = 12,72\%.$$

3. При $\gamma = 0,9_2$

$$T_p(C_c) = 19,22 + 1800 \cdot \sqrt[1,65]{-\ln(0,9_2)} = 129,98 \text{ ч.},$$

$$T_p(T_{pmin}) = 26 + 1800 \cdot \sqrt[1,65]{-\ln(0,9_2)} = 136,78 \text{ ч.}$$

$$\delta = 4,97\%.$$

4. При $\gamma = 0,9$

$$T_p(C_c) = 19,22 + 1800 \cdot \sqrt[1,65]{-\ln(0,9)} = 479,41 \text{ ч.},$$

$$T_p(T_{pmin}) = 26 + 1800 \cdot \sqrt[1,65]{-\ln(0,9)} = 486,21 \text{ ч.}$$

$$\delta = 1,39\%.$$

Результаты расчета сведены в табл. 2.

Зависимость расхождения δ от вероятности $\gamma/100$ представлена на рис. 4.

Анализ графика (рис. 2) показывает, что при замене параметра сдвига совокупности твердости на первое значение вариационного ряда твердо-

Таблица 2.

Результаты расчетов

	$T_p(C_c)$, ч.	$T_p(T_{pmin})$, ч.	δ , %
$\gamma=0,94$	25,99	32,78	20,71
$\gamma=0,93$	46,58	53,37	12,72
$\gamma=0,92$	129,98	136,78	4,97
$\gamma=0,9$	479,41	486,21	1,39

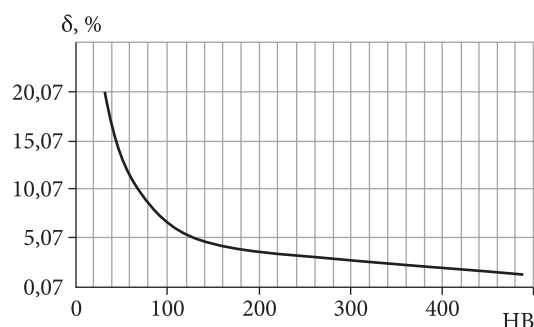


Рис. 4. Зависимость расхождения δ от первого значения вариационного ряда совокупности ресурса

сти расхождение имеет очень малое значение – от 0,069% до 0,075%. Это объясняется низким рассеиванием твердости с размахом $R = 1,3$.

Из графика (рис. 4) видно, что величина расхождения при замене параметра сдвига «С» на первое значение вариационного ряда совокупности изменяется от 1,4% до 20,7% при размахе $R = 50$ для выборочных данных.

Таким образом, замена некорректного параметра сдвига «С» закона Вейбулла первым значением вариационного ряда совокупности зависит от рассеивания параметра (размаха R), что необходимо учитывать в расчетах усталостного ресурса деталей машин.

Литература

1. Марковец М.П. Определение механических свойств металлов по твердости. – М.: Машиностроение, 1979. – 191 с.
2. Касьянов В.Е., Роговенко Т.Н., Щулькин Л.П. Основы теории и практики создания надежных машин // Вестник машиностроения. – 2003. – № 10. – С. 3.
3. Kas'yanov V.E., Rogovenko T.N. Probabilistic-statistical estimation of the gamma-life of a machine chassis // Russian Engineering Research. 1999. V. 6. p. 10.
4. Касьянов В.Е., Роговенко Т.Н., Зайцева М.М. Обеспечение заданного усталостного ресурса деталей машин с использованием малых выборок исходных данных // Вестник машиностроения. – 2013. – № 5. – С. 10–15.
5. Роговенко Т.Н., Зайцева М.М. Оценка оптимального значения вероятности безотказной работы деталей машин, на примере рукояти одноковшового экскаватора // Инженерный вестник Дона. 2016. Т. 43. № 4 (43). С. 84.
6. Косенко Е.Е., Косенко В.В., Черпаков А.В. Моделирование стержней с дефектами, имеющих различные виды закрепления // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2155.
7. Бельский Д.М., Косенко Е.Е., Оганезов Л.Р. Минимальные значения и рассеивание механических характеристик строительных сталей // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2003. – № 6. – С. 102–105.
8. Косенко Е.Е., Косенко В.В., Черпаков А.В. Моделирование стержней с дефектами, имеющих различные виды закрепления // Инженерный вестник Дона. – 2013. – Т. 27. – № 4. – С. 272.
9. Теплякова С.В., Котесова А.А., Косенко Е.Е. Расчетно-экспериментальное определение максимальной нагруженности стрелы одноковшового экскаватора // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2016. – № 2(48). – С. 38–43.

10. Касьянов В.Е. Метод оценки безотказности для выборки и совокупности конечного объема // Научное обозрение. – 2014. – № 11(3). – С. 785–788.

11. Косенко Е.Е., Черпаков А.В., Косенко В.В., Недолужко А.И. Методы оценки эксплуатационной надежности автомобилей // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2017/4303.

12. Капур К., Ламберсон Л. Надежность и проектирование систем. – М.: Машиностроение, 1980. – 604 с.

13. Касьянов В.Е., Котесова А.А., Теплякова С.В. Упрощенное определение расхождений между минимальными ресурсами выборок и совокупностей для ответственных деталей машин // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1694.

Investigation of Operational Reliability of Cars when Replacing the Parameter of the Discharge of Resource Distribution of Parts of the Weibull Law

V.E. Kasianov, doctor of technical sciences, professor of the department «Motor transport, construction and road facilities» of the Don state technical university; Rostov-on-Don

E.E. Kosenko, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Motor transport, construction and road facilities» of the Don state technical university; Rostov-on-Don

e-mail: a123lok@mail.ru

V.V. Kosenko, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Motor transport, construction and road facilities» of the Don state technical university; Rostov-on-Don

A.A. Kotesova, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Motor transport, construction and road facilities» of the Don state technical university; Rostov-on-Don

R.V. Khvan, graduate student of the Don state technical university; Rostov-on-Don

Summary. The analysis of the results of calculation of strength and fatigue resource of machine parts is performed in the article when the Weibull distribution shift parameter is replaced by the first value of the variational series of a set of final volume. The values of the distribution parameters of the Weibull law for the aggregate are determined graphically. The shift values at the span of $R = 1,3$ are obtained for hardness and at a span of $R = 50$ for the resource. As a result of the studies carried out, it is established that they need to be taken into account in calculating the fatigue recourse of machine parts.

Keywords: sampling, fatigue resource, total set of the final volume.

References:

1. Markovets M.P. Determination of mechanical properties of metals on hardness. *Mechanical engineering*. Moscow, 1979. 191 p.



2. Kasyanov V.E., Rogovenko T.N., Shchulkin L.P. Bases of the theory and practice of creation of reliable cars. *Messenger of mechanical engineering*. 2003, No. 10.
3. Kasyanov V.E., Rogovenko T.N. Probabilistic-statistical estimation of the gamma-life of a machine chassis. *Russian Engineering Research*. 1999, Volume 6. p. 10.
4. Kasyanov V.E., Rogovenko T.N., Zaytseva M.M. Providing the set fatigue resource of details of cars with use of small selections of basic data. *Messenger of mechanical engineering*. 2013, No. 5. pp. 10–15.
5. Rogovenko T.N., Zaytseva M.M. Assessment of optimum value of probability of no-failure operation of details of cars, on the example of a handle of the odnokovshovy excavator. *Engineering bulletin of Don*. 2016, Volume 43, No. 4 (43). p. 84.
6. Kosenko E.E., Kosenko V.V., Cherpakov A.V. Modeling of the cores with defects having different types of fixing. *Engineering bulletin of Don*. 2013, No. 4 Available at: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2155.
7. Belenkiy D.M., Kosenko E.E., Oganezov L.P. Minimum values and dispersion of mechanical characteristics of construction steels. *News of higher educational institutions. Construction*. 2003, No. 6. pp. 102–105.

8. Kosenko E.E., Kosenko V.V., Cherpakov A.V. Modeling of the cores with defects having different types of fixing. *Engineering bulletin of Don*. 2013, Volume 27, No. 4. p. 272.
9. Teplyakova S.V., Kotesova A.A., Kosenko E.E. Rated and experimental determination of the maximum loading of an arrow of the one-bucket excavator. *Bulletin of the Siberian state automobile and road academy*. 2016, No. 2 (48). pp. 38–43.
10. Kasyanov V.E. A non-failure operation assessment method for selection and set of final volume. *Scientific review*. 2014, No. 11 (3). pp. 785 – 788.
11. Kosenko E.E., Cherpakov A.V., Kosenko V.V., Nedoluzhko A.I. Methods of assessment of operational reliability of cars. *Engineering bulletin of Don*. 2017, No. 3. Available at: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2017/4303.
12. Kapoor K., Lamberson L. Reliability and design of systems. *Mechanical engineering*. Moscow, 1980. 604 p.
13. Kasyanov V.E., Kotesova A.A., Teplyakova S.V. The simplified definition of divergences between the minimum resources of selections and sets for responsible details of cars. *Engineering bulletin of Don*. 2013, No. 2. Available at: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1694.

Влияние генеральных совокупностей конечного объема на эксплуатационную надежность автомобилей при единичном и серийном производствах

В.Е. Касьянов

д.т.н., профессор кафедры «Автотранспортные, строительные и дорожные средства» Донского государственного технического университета; г. Ростов-на-Дону

Е.Е. Косенко

к.т.н., доцент кафедры «Автотранспортные, строительные и дорожные средства» Донского государственного технического университета; г. Ростов-на-Дону

e-mail: a123lok@mail.ru

В.В. Косенко

к.т.н., доцент кафедры «Автотранспортные, строительные и дорожные средства» Донского государственного технического университета; г. Ростов-на-Дону

А.А. Котесова

к.т.н., доцент кафедры «Автотранспортные, строительные и дорожные средства» Донского государственного технического университета; г. Ростов-на-Дону

Р.В. Хван

аспирант Донского государственного технического университета; г. Ростов-на-Дону

Аннотация. Авторами статьи приводятся результаты исследования твердости различных марок сталей с целью определения пределов выносливости по корреляционным зависимостям. Результаты полученных исследований использованы для определения ресурса деталей с использованием графического метода перехода от выборки к совокупности. Рассмотрена связь единичного и серийного производства через однородность выборочной статистики.

Ключевые слова: выборка, усталостный ресурс, генеральная совокупность конечного объема, однородность.

Определение показателей надежности несущих систем автомобилей в условиях их эксплуатации является актуальной задачей. Интерес представляют исследования надежности автомобилей при единичном и серийном производстве, а именно определение факторов, характеризующих их главный параметр – ресурс. Исследования в этой области основываются на экспериментах, проводимых с использованием образцов с прямоугольным сечением и с применением моделирования [1–9].

В связи со сложностью выполнения прямых исследований, связанных с вырезанием образцов из эксплуатируемых несущих конструкций автомобилей, образцы изготавливались из марок сталей, подобных эксплуатируемым [10].

В представленной работе значения твердости, полученные экспериментальным путем у марок сталей: Ст3, сталь 15 Г и сталь 15ХСНД, использовались для определения пределов прочности и выносливости по эмпирическим формулам корреляционной зависимости между твердостью и пределом выносливости стали.

Исследованию данных вопросов посвящены работы отечественных авторов: Марковца М.П., Добровольского И.И., Жукова А.А. и др., а также зарубежных – Хейвуда, Роша, Эйхингера, Крюсара, Корбера, Хемпеля. В результате анализа выбрана формула перехода (формула Марковца) с минимальной погрешностью расчета, составляющей 2,3%.

В основе дальнейших исследований лежит определение минимальных значений механических характеристик рассматриваемых сталей для последующего определения минимального ресурса.

Для оценки минимальных значений механических характеристик необходимо знать закон распределения механических характеристик. Как указано в работах [11, 12], в большинстве случаев для исследования элементов, выполненных из стали, наиболее предпочтительным является применение трехпараметрического закона распределения Вейбулла.

В отличие от конструкторских бюро, которые обычно пользуются в расчетах усталостных ресурсов деталей выборочными значениями твердости и предела выносливости, предлагается перейти от выборок к генеральной совокупности конечного объема. Генеральная совокупность – это то количество деталей, узлов и машин, которые обычно выполняются без изменения конструкции и технологии изготовления в течение примерно 8–12 лет и могут составлять несколько тысяч единиц.

В этих целях выполнен переход от выборочных значений твердости (объемом выборок $n = 50$) с использованием графического метода и вероятностных сеток (рис. 1). Выборочные данные ап-

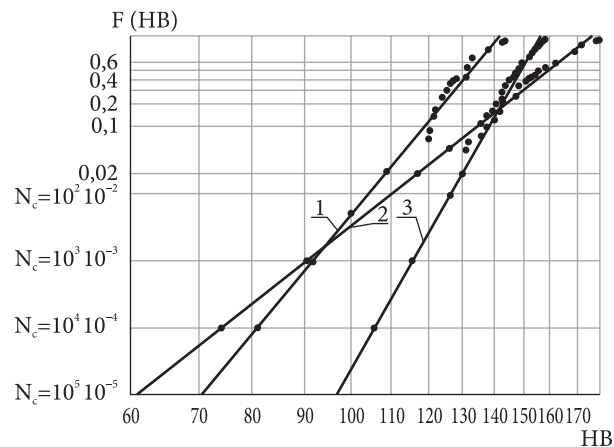


Рис. 1. Графический метод перехода от выборки к совокупности для трех марок сталей:
1 – Ст3; 2 – 15Г; 3 – 15ХСНД

роксимированы с помощью метода наименьших квадратов линейной функции, а указанная доверительная вероятность для сталей составит:

Ст3 – $P = 0,92$; 15Г – $P = 0,968$; 15ХСНД – $P = 0,97$.

Рассматривая ресурс детали как главный параметр, будем учитывать, что разные по назначению детали из коробки передач, двигателя, тормозной системы и т.п. образуют выборки, например: 20, 40 или 75 деталей. Количество деталей – от 3 до 10 тысяч в рамках одной машины – представляют совокупность конечного объема, а какой-либо узел (сборочная единица) – это выборка из данной совокупности.

Главный параметр детали – ресурс $T_{рди}$ – зависит от параметров прочности, нагруженности, т.е. факторов, увеличивающих или снижающих прочность и действующие напряжения и другие:

$$T_{рди} = f(\sigma_{-1д}, \sigma_a, \beta, \kappa), \quad (1)$$

где $\sigma_{-1д}$ – предел выносливости деталей; σ_a – действующее напряжение в опасном сечении детали; β – коэффициент увеличения прочности детали; κ – коэффициент увеличения действующего напряжения.

Результаты расчетов минимальных значений рассматриваемых сталей приведены в табл. 1.

В табл. 2 включены минимальные значения твердости трех марок сталей для выборок (q_b) и совокупностей (Q_c).

Необходимо, чтобы этот расчетный ресурс с допустимой погрешностью относился к каждому объекту совокупности или выборки из нее (рис. 2) [11].

Таким образом, разные по назначению детали (валы, шестерни, цепи и т.п.), но с одинаковым ре-

Таблица 1.

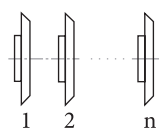
Определение минимальных значений твердости для выборки

№ п/п	Стали	n	ω^2	m	HB _{min}	C
1	Ст 3	50	0,13...0,47	20	109,0	108,29
2	15Г	50	0,11...0,71	20	118,0	105,66
3	15ХСНД	50	0,15...0,36	20	129,5	119,53

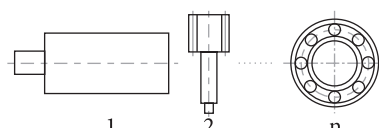
Таблица 2.

Определение минимальной твердости для совокупности

№ п/п		n	q _в	HB _{min}	N _c	Q _c	HB _{cmin}	K _{уп}
1	Ст3	50	0,02	109,0	10 ³	10 ⁻³	92,0	1,18
2		50	–	–	10 ⁴	10 ⁻⁴	81,5	1,34
3		50	–	–	10 ⁵	10 ⁻⁵	71,0	1,54
4	15Г	50	0,02	118,0	10 ³	10 ⁻³	90,5	1,3
5		50	–	–	10 ⁴	10 ⁻⁴	74,0	1,59
6		50	–	–	10 ⁵	10 ⁻⁵	61,5	1,92
7	15ХСНД	50	0,02	129,5	10 ³	10 ⁻³	115,5	1,12
8		50	–	–	10 ⁴	10 ⁻⁴	106,0	1,22
9		50	–	–	10 ⁵	10 ⁻⁵	97,5	1,33

Серийная машина
Выборка

а

Машина единичного производства
Выборка

б

Рис. 2. Примеры для деталей машин: а – одинаковые детали (шестерни) по назначению и главному параметру $T_{рд}$; б – одинаковые детали по главному параметру $T_{рд}$, но разные по назначению

сурсом составят однородную совокупность и выборку из нее.

Вместе с тем в качестве основного параметра следует применить минимальный ресурс детали.

Для примера рассчитаем ресурс элемента конструкции автомобиля, выполненного из стали Ст3. Из графика, изображенного на рис. 1, определяются минимальные значения твердости для выборки $HB_1 = 108$ кгс/мм² (выборка), при $N_c = 10^4$, $HB_1 = 81$ кгс/мм² (совокупность).

Для оценки величины изменения прочности и ресурса введены коэффициенты: снижения прочности ($K_{сп}$), снижения ресурса ($K_{ср}$), увеличения ресурса для совокупности ($K_{упс}$), увеличения прочности для совокупности ($K_{упс}$).

Коэффициент снижения прочности (твердости) стали Ст3: $K_{сп} = 108/81 = 1,33$.

Предел прочности Ст3 (выборка) [13] рассчитан по формуле (2):

$$\sigma_B = HB_B^{0,989} \cdot 0,365 = 108^{0,989} \cdot 0,365 = 37,4 \text{ кгс/мм}^2 \quad (2)$$

Предел выносливости Ст3 (выборка) рассчитан по формуле (3):

$$\sigma_{-1B} = 0,432 \cdot \sigma_B + 2,2 = 0,432 \cdot 37,4 + 2,2 = 18,4 \text{ кгс/мм}^2$$

Ресурс элемента металлоконструкции автомобиля по выборке рассчитан по формуле (4):

$$T_{р \text{ выб}} = \frac{a_p \cdot \sigma_{-1g}^{m_1} \cdot N_0}{f \cdot \sigma^{m_1} \cdot 3600} = \frac{1 \cdot 18,4^6 \cdot 2 \cdot 10^6}{4 \cdot 12^6 \cdot 3600} = 1778 \text{ ч.}, \quad (4)$$

где a_p – сумма относительных усталостных повреждений; m_1 – коэффициент угла наклона кривой усталости для многоциклового участка; N_0 – базовое число циклов; f – частота нагружения, Гц; $\sigma_{св}$ – действующее средневзвешенное напряжение, кгс/мм².

Для совокупности рассчитаны параметры по формулам (5–7):

$$\sigma_B = HB_B^{0,989} \cdot 0,365 = 81^{0,989} \cdot 0,365 = 28,17 \text{ кгс/мм}^2 \quad (5)$$

$$\sigma_{-1B} = 0,432 \cdot \sigma_B + 2,2 = 0,432 \cdot 28,17 + 2,2 = 14,35 \text{ кгс/мм}^2 \quad (6)$$

$$T_{р \text{ сов}} = \frac{a_p \cdot \sigma_{-1g}^{m_2} \cdot N_0}{f \cdot \sigma^{m_2} \cdot 3600} = \frac{1 \cdot 14,35^{12} \cdot 2 \cdot 10^6}{4 \cdot 12^{12} \cdot 3600} = 1187 \text{ ч.}, \quad (7)$$

где m_2 – коэффициент угла наклона кривой усталости для сверхмногоциклового участка.

Коэффициент снижения ресурса детали:

$$K_{ср} = 1778 \text{ ч.}/1187 \text{ ч.} = 1,5.$$

В итоге снижение ресурса по расчету КБ составит 1,5 раза.

Коэффициент увеличения ресурса:

$$K_{ypc} = 20000 \text{ ч.} / 1187 \text{ ч.} = 16,85.$$

Коэффициент увеличения прочности:

$$K_{ypc} = \sqrt[3]{16,85} = 1,265.$$

Необходимая твердость (прочность) для совокупности:

$$HB_{ypc} = 81 \cdot 1,265 = 102,5 \text{ кгс/мм}^2.$$

Следовательно, несколько большее увеличение прочности и ресурса будет достигнуто при переходе от Ст3 на сталь 15ХСНД ($K_{yp} = 105/81 = 1,3$) для совокупности конечного объема $N_c = 104$.

Заданный ресурс деталей должен обеспечиваться как в серийном, так и в единичном производстве.

При подробном рассмотрении блок-схемы, представленной на рис. 3, можно заключить, что для серийного производства определяющим является совокупность значений. Соответствие полученных выборочных значений данной совокупности определяют размеры деталей, прочность используемого материала и т.д. В случае серийного производства важно обеспечить репрезентативность выборки, составляющей значительное количество однородных деталей, имеющих примерно одинаковый ресурс.

В случае единичного производства, когда количество выборочных значений составляет 1-2 единицы, рассматриваются агрегаты (например, автоматическая коробка переключения передач), у которых выборку составляют детали, отличающиеся по назначению. Однако ресурс однородных

деталей в этом случае так же, как и в серийном производстве, имеет незначительное отличие.

Ключевым параметром детали для двух рассматриваемых производств является ресурс.

Таким образом, использование конструкторскими бюро усталостного ресурса, полученного по выборочным данным прочности, завышает расчетный ресурс в несколько раз. Применение генеральной совокупности конечного объема, соответствующей реальным объемам эксплуатирующихся машин, узлов и деталей, приводит к заниженному ресурсу и значительному количеству отказов. Поэтому необходимо в расчетах ресурсов использовать только генеральные совокупности конечного объема. При рассмотрении же единичного и серийного производства машин, с учетом наличия большого количества статистических показателей, ресурс является главным ключевым параметром при оценке времени безотказной работы машин.

Литература

1. Серенсен С.В., Когаев В.П., Шнейдерович Р.М. Несущая способность и расчет деталей машин на прочность. – М.: Машиностроение, 1975. – 488 с.
2. Марковец М.П. Определение механических свойств металлов по твердости. – М.: Машиностроение, 1979. – 191 с.
3. Касьянов В.Е., Роговенко Т.Н., Шулькин Л.П. Основы теории и практики создания надежных машин // Вестник машиностроения. – 2003. – № 10. – С. 3.
4. Kas'yanov V.E., Rogovenko T.N. Probabilistic-statistical estimation of the gamma-life of a machine chassis // Russian Engineering Research. 1999. V. 6. p. 10.
5. Касьянов В.Е., Роговенко Т.Н., Зайцева М.М. Обеспечение заданного усталостного ресурса деталей машин с использованием малых выборок исходных данных // Вестник машиностроения. – 2013. – № 5. – С. 10–15.
6. Роговенко Т.Н., Зайцева М.М. Оценка оптимального значения вероятности безотказной работы деталей машин на примере рукояти одноковшового экскаватора // Инженерный вестник Дона. – 2016. – Т. 43. – № 4 (43). – С. 84.
7. Косенко Е.Е., Косенко В.В., Черпаков А.В. Моделирование стержней с дефектами, имеющих различные виды закрепления // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2155.
8. Беленький Д.М., Косенко Е.Е., Оганезов Л.Р. Минимальные значения и рассеивание механических характеристик строительных сталей // Известия высших учебных заведений. – Строительство. – 2003. – № 6. – С. 102–105.



Рис. 3. Связь единичного и серийного производства через однородность выборочной статистики



9. Косенко Е.Е., Косенко В.В., Черпаков А.В. Моделирование стержней с дефектами, имеющих различные виды закрепления // Инженерный вестник Дона. – 2013. – Т. 27. – № 4. – С. 272.

10. Теплякова С.В., Котесова А.А., Косенко Е.Е. Расчетно-экспериментальное определение максимальной нагруженности стрелы одноковшового экскаватора // Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. – 2016. – № 2 (48). – С. 38–43.

11. Касьянов В.Е. Метод оценки безотказности для выборки и совокупности конечного объема // Научное обозрение. – 2014. – № 11(3). – С. 785 – 788.

12. Косенко Е.Е., Черпаков А.В., Косенко В.В., Недолужко А.И., Методы оценки эксплуатационной надежности автомобилей // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2017/4303.

13. Касьянов В.Е., Котесова А.А., Теплякова С.В. Упрощенное определение расхождений между минимальными ресурсами выборок и совокупностей для ответственных деталей машин // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1694.

Influence of Populations of Final Volume on Operational Reliability of Cars by Single and Serial Productions

V.E. Kasianov, doctor of technical sciences, professor of the department «Motor transport, construction and road facilities» of the Don state technical university; Rostov-on-Don

E.E. Kosenko, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Motor transport, construction and road facilities» of the Don state technical university; Rostov-on-Don

e-mail: a123lok@mail.ru

V.V. Kosenko, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Motor transport, construction and road facilities» of the Don state technical university; Rostov-on-Don

A.A. Kotesova, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Motor transport, construction and road facilities» of the Don state technical university; Rostov-on-Don

R.V. Khvan, graduate student of the Don state technical university; Rostov-on-Don

Summary. The authors of the article give the results of the investigation of the hardness of various steel grades in order to determine the limits of endurance by correlation dependencies. The results of the obtained studies were used to determine the resource of details

using the graphic method of transition from sample to population. The relation of single and serial production through homogeneity of sample statistics is considered.

Keywords: sampling, fatigue resource, general totality of the final volume, homogeneity.

References:

1. Serensen S.V., Kogaev V.P., Shneyderovich R.M. The bearing ability and calculation of details of cars on durability. *Mechanical engineering*. Moscow, 1975. 488 p.

2. Markovets M. P. Determination of mechanical properties of metals on hardness. *Mechanical engineering*. Moscow, 1979. 191 p.

3. Kasyanov V.E., Rogovenko T. N., Shchulkin L.P. Bases of the theory and practice of creation of reliable cars. *Messenger of mechanical engineering*. 2003, No. 10. p. 3.

4. Kasyanov V.E., Rogovenko T.N. Probabilistic-statistical estimation of the gamma-life of a machine chassis. *Russian Engineering Research*. 1999, Volume 6. p. 10.

5. Kasyanov V.E., Rogovenko T. N., Zaytseva M.M. Providing the set fatigue resource of details of cars with use of small selections of basic data. *Messenger of mechanical engineering*. 2013, No. 5. pp. 10–15.

6. Rogovenko T. N., Zaytseva M.M. Assessment of optimum value of probability of no-failure operation of details of cars on the example of a handle of the one-bucket excavator. *Engineering bulletin of Don*. 2016, Volume 43, No. 4 (43). p. 84.

7. Kosenko E.E., Kosenko V.V., Cherpakov A.V. Modeling of the cores with defects having different types of fixing. *Engineering bulletin of Don*. 2013, No. 4 Available at: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2155.

8. Belenkiy D.M., Kosenko E.E., Oganezov L.P. Minimum values and dispersion of mechanical characteristics of construction steels. *News of higher educational institutions. Construction*. 2003, No. 6. pp. 102–105.

9. Kosenko E.E., Kosenko V.V., Cherpakov A.V. Modeling of the cores with defects having different types of fixing. *Engineering bulletin of Don*. 2013, Volume 27, No. 4. p. 272.

10. Teplyakova S.V., Kotesova A.A., Kosenko E.E. Rated and experimental determination of the maximum loading of an arrow of the one-bucket excavator. *Bulletin of the Siberian state automobile and road academy*. 2016, No. 2 (48). pp. 38–43.

11. Kasyanov V.E. A non-failure operation assessment method for selection and set of final volume. *Scientific review*. 2014, No. 11 (3). pp. 785–788.

12. Kosenko E.E., Cherpakov A.V., Kosenko V.V., Nedoluzhko A.I. Methods of assessment of operational reliability of cars. *Engineering bulletin of Don*. 2017, No. 3. Available at: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2017/4303.

13. Kasyanov V.E., Kotesova A.A., Teplyakova S.V. The simplified definition of divergences between the minimum resources of selections and sets for responsible details of cars. *Engineering bulletin of Don*. 2013, No. 2. Available at: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2013/1694.

Виды сварки, применяемые при соединении элементов кузовов автомобилей

В.М. Мещеряков

к.т.н., профессор кафедры
«Автотранспортные, строительные
и дорожные средства» Донского
государственного технического
университета; г. Ростов-на-Дону

И.В. Топилин

к.т.н., доцент кафедры
«Автотранспортные, строительные
и дорожные средства» Донского
государственного технического
университета; г. Ростов-на-Дону

Е.Е. Косенко

к.т.н., доцент кафедры
«Автотранспортные, строительные
и дорожные средства» Донского
государственного технического
университета; г. Ростов-на-Дону

e-mail: a123lok@mail.ru

В.В. Косенко

к.т.н., доцент кафедры
«Автотранспортные, строительные
и дорожные средства» Донского
государственного технического
университета; г. Ростов-на-Дону

Ф.С. Копылов

студент Донского государственного
технического университета;
г. Ростов-на-Дону

процессы, проходящие в зоне сварного шва при использовании лазерной сварки.

Ключевые слова: сварка металла, сварной шов, лазерная сварка.

Одним из важных моментов и при изготовлении, и при восстановлении геометрии кузова автомобиля является применение различных способов сварки. Сложность геометрии кузова современного автомобиля, современные материалы, применяемые для его изготовления, позволяют развивать способы их соединения. Кузов автомобиля является самой большой и самой ответственной частью автомобиля, от которой, прежде всего, зависит безопасность водителя, а также безопасность окружающих участников движения, поэтому исследованию надежности конструкции автомобиля, а также моделированию различных нештатных ситуаций посвящено довольно большое количество работ [1–5]. Использование современных технологий позволило создать новые геометрические формы кузова с меньшим аэродинамическим сопротивлением потоку встречного воздуха, что в свою очередь обеспечивает улучшение динамических характеристик автомобиля, уменьшает количество токсичных выбросов, снижается вибрация автомобиля, повышается комфортность салона, создается оригинальное эстетическое оформление.

При изготовлении кузовов автомобилей используется низкоуглеродистая сталь с содержанием углерода не более 0,08%. В основном это сталь двух категорий: ОСВ – для штамповки деталей с особо сложной вытяжкой и СВ – со сложной вытяжкой. Обе эти категории листов выпускаются трех марок: Сталь 08Ю и Сталь 08Фкп – нестареющие и Сталь 08 кп – стареющие. В последнее время начинают применять алюминиевые сплавы, упрочненные или деформированием (нагартовкой), или термическим упрочнением. Помимо этого можно встретить неметаллические материалы – стеклопластики, композитные материалы на основе карбонов и др., однако их применение носит скорее экспериментальный характер.

Кузов автомобиля является многоэлементной конструкцией, состоящей из нескольких сотен элементов, которые соединяются с помощью сварки. Известно, что в процессе формирования сварного соединения в металле шва и в околошовной зоне возникают значительные внутренние напряжения,

Аннотация. В статье рассмотрены особенности сварки элементов кузовов автомобилей с применением высококонцентрированных источников энергии. Проведен ориентировочный расчет полей распределения теплоты при использовании лазерной сварки. Приведены изотермы зон термического влияния. Рассмотрены достоинства и недостатки лазерной сварки в сравнении с точечной контактной сваркой. Детально рассмотрены

что, естественно, вызывает соответствующие деформации, которые способны настолько изменить геометрию кузова, что он может стать непригодным для дальнейшего использования. Именно поэтому при сварке тонколистового металла не применяются такие способы сварки, как газовая, дуговая покрытым электродом, и только сварка в среде углекислого газа тонкой проволокой, обеспечивающая относительно небольшой объем расплавленного металла и небольшую зону термического влияния, еще находит применение в ремонтных работах в службе автосервиса.

В настоящее время основным способом сварки элементов кузовов автомобиля является точечная контактная сварка. Она имеет ряд достоинств: обеспечивает высокую степень автоматизации и механизации самого процесса сварки, высокую производительность сварки, относительно небольшую стоимость оборудования. Однако при формировании сварной точки к электродам прикладывается значительное давление, которое, с одной стороны, необходимо для формирования качественной сварной точки, а с другой – вызывает пластическую деформацию в прилегающем к сварной точке металле, что в конечном счете создает причину возникновения напряжений, которые могут вызвать появление нежелательных зазоров между соединяемыми элементами, щелей и тому подобных дефектов формы и даже могут, в конце концов, привести к нарушению проектной геометрии [6–8].

Подобные дефекты можно устранить применением элементов, увеличивающих жесткость кузова, а также различными герметиками, дополнительной обработкой, а это, так или иначе, увеличивает трудоемкость и стоимость работ.

В последнее время все большее внимание практиков привлекают высококонцентрированные источники энергии для сварки металлов, и в частности – сфокусированный световой луч, т.е. лазер [9, 10]. Возможности лазера уникальны. Прежде всего, лазер может быть сфокусирован на очень маленькой площади, что обеспечивает высокую плотность энергии, достаточную не только для плавления, но даже для испарения металла. На этом основана резка металлов и неметаллов, сверление мельчайших отверстий и другие подобные виды работ. Возможность регулировать мощность излучения и величину площади пятна позволяет изменять количество вводимой энергии в широких пределах и, следовательно, осуществлять сварку металла в широком диапазоне толщин. Главное достоинство лазерной сварки заключается в том, что плотность энергии в пятне нагрева достигает огромной величины, и для того чтобы избежать перегрева металла и испарения его, необходимо обеспечить перемещение пятна на-

грева с большой скоростью, т.е. обеспечить высокую погонную энергию. Схема сварочной ванны представлена на рис. 1.

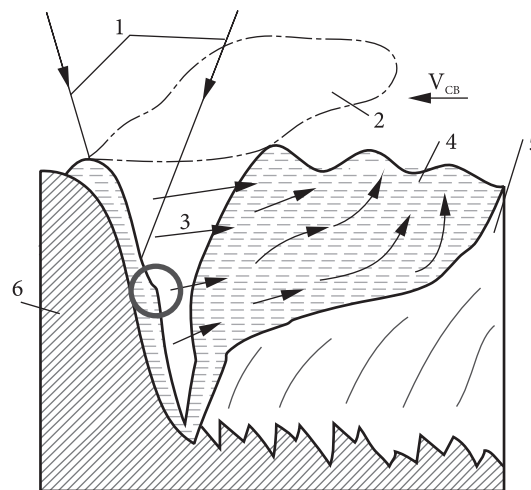


Рис. 1. Схема сварочной ванны при лазерной сварке: 1 – лазерный луч; 2 – плазменный факел; 3 – парогазовый канал; 4 – хвостовая часть ванны; 5 – металл шва; 6 – свариваемый металл; V_{CB} – направление сварки

Расчеты температурных полей показывают, что в этом случае сварочная ванна будет иметь минимальные размеры (ширина сварного шва находится в пределах 1...1,5 мм), а общая ширина зоны термического влияния едва ли превысит несколько десятых долей миллиметра (рис. 2).

Это означает, что входящая в состав околошовной зоны область перегрева (зона разупрочнения 2 на рис. 2) из-за огромной скорости охлаждения сварного шва будет иметь минимальные размеры и, следовательно, не будет оказывать практически никакого влияния на деформативность сварного соединения в отличие от деформаций, возникающих при контактной сварке. В этом случае исключается необходимость введения дополнительных элементов, увеличивающих жесткость кузова.

Важной особенностью процесса лазерной сварки является распространение теплоты в массивном теле, которую возможно проконтролировать при создании зоны термического влияния, так как в основном там находятся дефекты.

Предельное состояние процесса распространения теплоты при нагреве пластины мощным быстродвижущимся линейным источником можно получить из уравнения:

$$\Delta T = \frac{q}{2\pi\lambda\delta} e^{-\frac{vx}{2a}} \cdot Ko \left(\frac{vr}{2a} \sqrt{1 + \left(\frac{4ba}{v^2} \right)} \right). \quad (1)$$

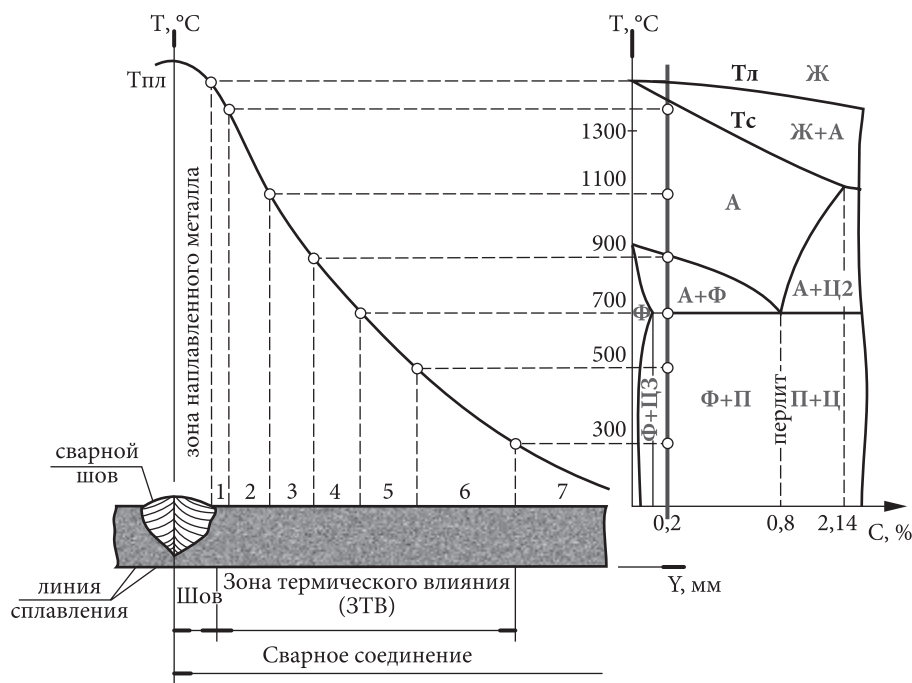


Рис. 2. Схема строения зоны термического влияния сварного соединения при однослойной дуговой сварке низкоуглеродистой стали с содержанием углерода $C = 0,2\%$

Ход рассуждений, основанный на предположении, что теплота распространяется только в направлении стержня, такой же, как для случая точечного источника теплоты. Действительно, источник выделяет на отрезках длиной dx теплоту:

$$Q = \frac{q dx}{v}. \quad (2)$$

Эта теплота распространяется вдоль стержня l , ограниченного l и l' и имеющего поперечное сечение δdx . Подставляя указанные величины в уравнение:

$$\Delta T = \frac{Q/F}{Cr(4\pi at)^{1/2}} e^{-\frac{x^2}{4at} - bt} \quad (3)$$

и заменяя координату x на y , а также учитывая поверхностную теплопередачу, получим:

$$\Delta T = \frac{q}{v\delta\sqrt{4\pi\lambda C_p t}} e^{-\frac{y^2}{4at} - bt}, \quad (4)$$

где q – тепловая мощность сварочной дуги; v – скорость сварки; δ – толщина свариваемого металла; λ – коэффициент теплопроводности; C_p – удельная теплоемкость; t – время работы сварки; y – координата; a – коэффициент температуропроводности; b – коэффициент температуропотдачи.

В связи с вышесказанным проведем ориентировочный расчет изотерм зон термического влияния. Для расчета изотерм воспользуемся данными, представленными в табл. 1.

Параметры координат изотерм получены посредством расчета и представлены в табл. 2.

Для наглядности на рис. 3 представлено графическое изображение изотерм.

Приведенные расчеты и диаграммы показывают, что лазерная сварка, обеспечивающая высокую плотность энергии в пятне нагрева, приводит к образованию зоны термического влияния малой протяженности, что обеспечивает образование минимальной зоны разупрочнения и, следовательно, обеспечивает высокие свойства сварного соединения. При толщине свариваемого металла 1,3 мм ширина сварного шва составляет 2,7 мм, а полная ширина зоны термического влияния составляет всего 0,3 мм.

Таблица 1.

Данные для расчета

a	$V_{св}$	δ	π	λ	C_p	q_u	T	T_n
9,47368E-06	0,027	0,0013	3,141593	36	3800000	3600	450	20

Таблица 2.

Полученные параметры изотерм ЗТВ

	420	20	700	20	900	20	1100	20	1460	20	1550	20
x	y											
0,00005	0,0005827		0,000554408		0,00053784		0,000524313		0,000504694		0,0005	
0,0001	0,000794		0,000752393		0,00072795		0,000707931		0,000678815		0,000673	
0,00015	0,0009502		0,000898033		0,00086728		0,000842062		0,000805972		0,000797	
0,00027	0,0012304		0,001157697		0,0011147		0,00107933		0,001027588		0,001016	
0,00033	0,0013431		0,001261597		0,00121335		0,00117361		0,0011154		0,001103	
0,00039	0,0014444		0,001354631		0,0013016		0,001257803		0,001193567		0,00118	
0,00045	0,0015369		0,001439604		0,00138189		0,001334269		0,00126435		0,001249	
0,00051	0,0016224		0,00151789		0,00145583		0,001404582		0,001329259		0,001313	
0,00057	0,0017021		0,001590773		0,00152456		0,00146985		0,001389357		0,001372	
0,00063	0,0017771		0,001659122		0,00158893		0,001530892		0,001445426		0,001427	

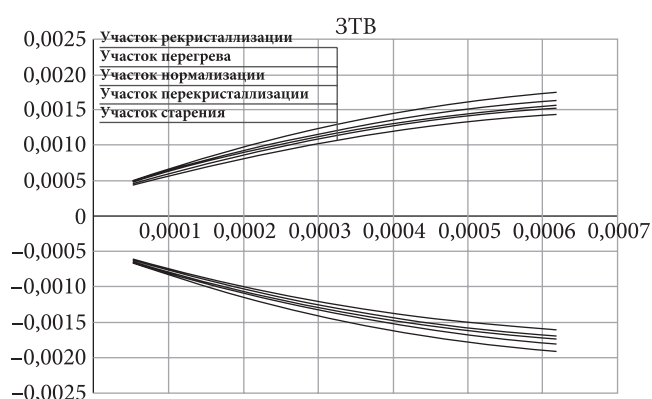


Рис. 3. Изотермы зон термического влияния

Литература

1. Косенко Е.Е., Косенко В.В., Черпаков А.В., Мещеряков В.М., Егорочкин А.О. Моделирование напряженного состояния элемента рамной конструкции автомобиля в КЭ комплексе ansys // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. – 2014. – № 4. – С. 79–84.
2. Tepliakova S.V., Kosenko E.E., Kosenko V.V., Cherpakov A.V. Analysis of Requirements to Ensure Absolute Reliability of Machines // Abstracts & Schedule. International Conference on «Physics and Mechanics of New Materials and Their Applications» (PHENMA 2016) Surabaya, Indonesia, July 19–22, 2016, pp. 267–268.
3. Tepliakova S.V., Kosenko E.E., Kosenko V.V., Cherpakov A.V. Mathematical Modeling of Ensuring Machine Reliability // Abstracts & Schedule. International Conference on «Physics and Mechanics of New Materials and Their Applications» (PHENMA 2016) Surabaya, Indonesia, July 19–22, 2016, pp. 269.
4. Косенко Е.Е., Косенко В.В., Черпаков А.В. Исследование колебаний полнотелой стержневой

модели кантилевера с дефектом // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2153.

5. Косенко Е.Е., Косенко В.В., Черпаков А.В. Моделирование стержней с дефектами, имеющих различные виды закрепления // Инженерный вестник Дона. – 2013. – № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2155.

6. Орешенко П.Ю., Лецковник А.В., Козловский С.Н. Исследование причин образования непроваров при точечной контактной сварке // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2012. – Т. 1. – № 8. – С. 99–100.

7. Захаров В.В., Кононова Е.В., Козловский С.Н. Исследование влияния зазоров на усилие сжатия деталей при точечной контактной сварке // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2012. – Т. 1. – № 8. – С. 93–94.

8. Рыжков А.И., Хазов Б.Ф. Отказы и предельное состояние технологического оборудования сварки кузовов в массовом производстве автомобилей // Сборка в машиностроении, приборостроении. – 2007. – № 10. – С. 14–24.

9. Мещеряков В.М., Косенко Е.Е., Богер А.А. Применение высококонцентрированных источников энергии в автомобилестроении // В сб.: Транспортные и транспортно-технологические системы. Материалы международной научно-технической конференции. – 2017. – С. 307–308.

10. Хайруллин Т.В., Столбов В.И. Лазерно-плазменный способ сварки тонколистовых сварных составных заготовок tailored blanks для штамповки деталей кузова автомобиля // В сб.: Современные проблемы повышения эффективности сварочного производства. Всероссийская научно-техническая конференция с международным участием. – Тольятти. – 2006. – С. 54–56.

The Types of Welding Applied at Connection of Elements of Car's Bodies

V.M. Mescheryakov, candidate of technical sciences, professor of the department «Motor transport, construction and road facilities» of the Don state technical university; Rostov-on-Don

I.V. Topilin, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Motor transport, construction and road facilities» of the Don state technical university; Rostov-on-Don

E.E. Kosenko, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Motor transport, construction and road facilities» of the Don state technical university; Rostov-on-Don

e-mail: a123lok@mail.ru

V.V. Kosenko, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Motor transport, construction and road facilities» of the Don state technical university; Rostov-on-Don

F.S. Kopilov, student of the department «Motor transport, construction and road facilities» of the Don state technical university; Rostov-on-Don

Summary. In article features of welding of elements of car bodies with application of the high-concentrated power sources are considered. Approximate calculation of fields of distribution of warmth when using laser welding is carried out. Isotherms of zones of thermal influence are given. Merits and demerits of laser welding in comparison with spot contact welding are considered. The processes which are taking place in a zone of a welded seam when using laser welding are in details considered.

Keywords: metal welding, welded seam, laser welding.

References:

1. Kosenko E.E., Kosenko V.V., Cherpakov A.V., Meshcheryakov V.M., Egorochkin A.O. Modeling of tension of an element of a frame design of the car in ansys KE complex. *Bulletin of the Donetsk academy of the motor transport*. 2014, No. 4. pp. 79–84.

2. Tepliakova S.V., Kosenko E.E., Kosenko V.V., Cherpakov A.V. Analysis of requirements to ensure absolute reliability of Machines. *Abstracts & schedule. international conference on «physics and mechanics of new materials and their Applications» (PHENMA 2016)*. Surabaya, Indonesia, 2016. pp. 267–268.

3. Tepliakova S.V., Kosenko E.E., Kosenko V.V., Cherpakov A.V. Mathematical modeling of ensuring machine reliability. *Abstracts & schedule. international conference on «physics and mechanics of new materials and their Applications» (PHENMA 2016)*. Surabaya, Indonesia, 2016. p. 269.

4. Kosenko E.E., Kosenko V.V., Cherpakov A.V. the Research of fluctuations of corpulent rod model of a cantilever with defect. *Engineering bulletin of Don*. 2013, No. 4. Available at: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2153.

5. Kosenko E.E., Kosenko V.V., Cherpakov A.V. Modeling of the cores with defects having different types of fixing. *Engineering bulletin of Don*. 2013, No. 4 Available at: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2155.

6. Oreshenko P.Yu., Letskovnik A.V., Kozlowski S.N. Reserch of the reasons of formation of not penetrations at spot contact welding. *Current problems of aircraft and astronautics*. 2012, Volume 1, No. 8. pp. 99–100.

7. Zakharov V.V., Kononova E.V., Kozlowski S.N. A research of influence of gaps on effort of compression of details at spot contact welding. *Current problems of aircraft and astronautics*. 2012, Volume 1, No. 8. pp. 93–94.

8. Ryzhkov A.I., Hazov B.F. Refusals and a limit condition of processing equipment of welding of bodies in mass production of cars. *Assembly in mechanical engineering, instrument making*. 2007, No. 10. pp. 14–24.

9. Meshcheryakov V.M., Kosenko E.E., Boger A.A. Application of the high-concentrated power sources in automotive industry. Transport and transport and technological systems. *Materials of the international scientific and technical conference*. 2017. pp. 307–308.

10. Khairullin T.V., Stolbov V.I. A laser and plasma way of welding of thin-sheet welded compound preparations tailored blanks for stamping of details of a body of the car. Modern problems of increase in efficiency of welding production. *The All-Russian scientific and technical conference with the international participation*. Toliatti, 2006. pp. 54–56.



Формирование технико-эксплуатационных показателей ведомственного парка специальных транспортных средств

А.В. Подзоров

ФСИН России; Москва

e-mail: a.v.podzorov@mail.ru

Аннотация. Специальный подвижной состав (ПС) автомобильного транспорта (АТ) не перевозит пассажиров и грузы, а предназначен для доставки к месту работы оборудования, которое установлено на его шасси. Целью исследования является разработка системы технико-эксплуатационных показателей (ТЭП) для специальных автомобилей. Для оценки эффективности работы специального ПС можно использовать некоторые показатели, применяемые в машиностроении. Сформулированы ТЭП для специального ПС ведомственного АТ. Предложенные ТЭП могут быть использованы для оценки и повышения эффективности управления с целью экономии расходов и бюджетных средств.

Ключевые слова: автомобили, автомобильный транспорт, оборудование, специальный подвижной состав, технико-эксплуатационные показатели, транспортное средство.

Введение

Действующая система технико-эксплуатационных показателей (ТЭП) характеризует использование подвижного состава (ПС) автомобильного транспорта (АТ). Данная система предназначена для планирования и анализа работы автомобильного парка, в ней учитывается влияние условий эксплуатации на значения ТЭП. Наиболее часто используют следующие ТЭП [1, 2, 3 и др.]:

- коэффициент технической готовности;
- коэффициент выпуска парка ПС на линию;
- коэффициент использования пробега или платного пробега;
- коэффициент использования грузоподъемности или пассажироместности;
- время простоя под погрузкой-разгрузкой;
- время в наряде;
- техническая скорость;
- эксплуатационная скорость;
- скорость сообщения;
- среднее расстояние перевозки грузов или поездки пассажира;
- средняя длина ездки с грузом;
- число ездки с грузом;

- пробег с грузом (с пассажирами);
- объем перевозок;
- производительный пробег;
- общий пробег ПС;
- транспортная работа.

Технико-эксплуатационные показатели характеризуют уровень реализации технических возможностей ПС в условиях эксплуатации и направлены на перевозочную деятельность (услуги по перевозке пассажиров и грузов). Действующая система ТЭП, используемая организациями автомобильного транспорта общего пользования (АТОП), предназначена для учета и последующего анализа перевозочной деятельности.

Специальный ПС представляет собой синтез автомобильного шасси и оборудования, установленного на него. Специальные автомобили не предназначены для выполнения транспортной работы (перевозок).

Особенностью специальных автомобилей является оборудование, которое устанавливается на их шасси и используется в работе во время стоянки ПС (например, автомобили – подвижные лаборатории, ремонтные мастерские, телескопические автоподъемники, автокраны, автовышки, автокомпрессоры, пожарные и т.д.) и в период движения по автомобильным дорогам (автомобили скорой медицинской помощи (медицинский кабинет на колесах), машины для содержания дорог, коммунальные и пр.). Для выполнения определенной работы во время стоянки транспортного средства (ТС) ему необходимо в начале рабочей смены доехать от места стоянки к месту выполнения работы, а после выполнения определенного вида работы – вернуться обратно на стоянку.

Подчеркнем, что пассажирские и грузовые автомобили осуществляют перевозки. Специальные автомобили служат средством доставки к месту полезного использования соответствующего оборудования. В данном исследовании интерес к работе оборудования, используемого в машиностроении (установленного в цехе предприятия), объясняется схожестью его работы с оборудованием, установленным на шасси специального ТС. По сути, в том и другом случае выполняются одинаковые операции.

Использование различного оборудования наиболее полно разработано в машиностроении, поэтому в свете темы данной статьи представляет

интерес изучение коэффициентов работы оборудования машиностроения.

Характеристика ТЭП использования оборудования в машиностроении

В машиностроении загруженность оборудования характеризуется коэффициентами использования оборудования [4, 5]:

1) *коэффициент экстенсивного использования* – показывает степень фактического использования максимально возможного фонда рабочего времени оборудования за отчетный период:

$$K_{\text{экс}} = F_{\text{исп}} / F_{\text{тех}}, \quad (1)$$

где $F_{\text{исп}}$ – фонд времени работы оборудования (плановый или фактический) с учетом планируемых потерь, $F_{\text{тех}}$ – календарный (режимный) фонд времени работы оборудования;

2) *коэффициент интенсивного использования* – показывает степень фактического использования паспортной производительности оборудования:

$$K_{\text{инт}} = \sum t_{\text{тех}} / \sum t_{\text{пл}}, \quad (2)$$

где $\sum t_{\text{тех}}$ – минимально возможная трудоемкость операций, закрепленных за данной группой оборудования, $\sum t_{\text{пл}}$ – средняя нормативная трудоемкость операций, закрепленных за данной группой оборудования;

3) *интегральный коэффициент использования* – показывает степень фактического использования производственной мощности оборудования:

$$K_{\text{и}} = K_{\text{экс}} \cdot K_{\text{инт}}; \quad (3)$$

4) *коэффициент загрузки* – отношение коэффициента сменности работы к плановой сменности оборудования:

$$K_3 = Q_{\text{пот}} / Q_{\text{уст}}, \quad (4)$$

где $Q_{\text{пот}}$ – потребное число единиц оборудования, $Q_{\text{уст}}$ – установочное число единиц оборудования;

5) *коэффициент сменности* – характеризует время работы оборудования в прерывных процессах производства:

$$K_{\text{см}} = K_3 \cdot S, \quad (5)$$

где S – число смен работы оборудования;

6) *коэффициент использования технической мощности* – средняя мощность, необходимая для об-

работки по техническому процессу, к паспортной мощности оборудования:

$$K_{\text{тех}} = M_{\text{ср}} / M_{\text{max}}, \quad (6)$$

где $M_{\text{ср}}$ – средняя мощность, необходимая для обработки по технологическому процессу, кВт; M_{max} – паспортная мощность оборудования, кВт;

7) *коэффициент интегральной загрузки* – отношение интегрального коэффициента использования к коэффициенту использования технической мощности:

$$K_{\text{из}} = K_{\text{и}} \cdot K_{\text{тех}}. \quad (7)$$

Далее подробнее рассмотрим эти коэффициенты.

- В формулах (1), (2) и (3) коэффициенты показывают производительность оборудования в зависимости от режима и длительности работы оборудования, в том числе с учетом паспортной производительности и мощности оборудования. Их можно использовать для оценки эффективности использования оборудования, установленного на специальном ПС.

- Коэффициент загрузки* показывает трудоемкость изготовления изделия при использовании конкретного оборудования. Так как на специальный ПС устанавливается оборудование, необходимое для выполнения определенного вида работ, а не оборудование для изготовления каких-либо изделий, то данный показатель можно не применять.

- Коэффициент сменности* показывает, сколько смен в среднем работает каждая единица оборудования. Этот параметр можно использовать при двух- и трехсменной работе оборудования на специальном ТС. Для повышения коэффициента сменности необходимо повысить ритмичность работы и снизить простой оборудования.

- Коэффициент использования технической мощности* показывает отношение средней мощности обработки изделия по технологическому процессу к паспортной мощности оборудования. В связи с тем, что оборудование на специальном ПС не предназначено для обработки продукции, то данный показатель можно не учитывать.

- Коэффициент интегральной загрузки* позволяет дать общую оценку использования оборудования по производительности и времени. Так как в этот параметр входит коэффициент использования технической мощности, который нами не учитывается, то данный показатель не используем.

Таким образом, коэффициенты, представленные в формулах 4, 6 и 7, нецелесообразно использовать для специального ПС.

Кроме того, на специальных автомобилях допустима установка передвижного и стационарного оборудования, в зависимости от вида работы и рассмотренных коэффициентов в формулах 1, 2, 3 и 5.

Проведенный опрос 23 специалистов АТ позволил сформулировать дополнительные ТЭП для специальных автомобилей (см. табл. 1).

Таблица 1.

**Дополнительные ТЭП
для специальных автомобилей**

№ п/п	Наименование показателя	%
1	Объем выполнения работы	80
2	Коэффициент готовности оборудования	90
3	Коэффициент полезного использования	70
4	Коэффициент использования оборудования в течение рабочей смены	80
5	Доля подготовительно-заключительных работ от продолжительности рабочей смены	50

Представленная таблица показывает степень подтверждения специалистов АТ целесообразности принятия коэффициентов.

Разработка ТЭП для специальных автомобилей включает в себя различные показатели, используемые в АТОП и машиностроении, в том числе дополнительные (рис. 1).

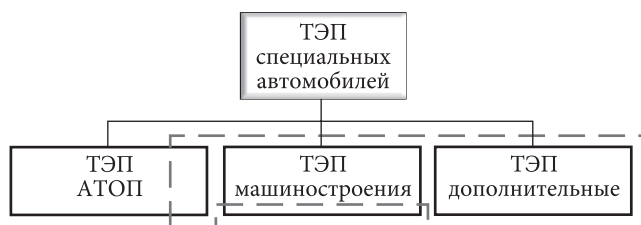


Рис. 1. ТЭП специального ПС

Выводы

На основе проведенного исследования, связанного с разработкой ТЭП для специального ПС, можно сделать следующие основные выводы:

1. Предложенные ТЭП для оценки и учета эффективной работы специальных автомобилей целесообразно использовать.
2. Техничко-эксплуатационные показатели специального ПС следует подразделять на:
 - а) используемые в АТОП;
 - б) используемые в машиностроении;
 - в) дополнительные.
3. В результате реализации ТЭП для специального ПС будет обеспечен учет работы специальных автомобилей по существу выполненным ими функций, что даст возможность рационализировать их эксплуатацию и повысить эффективность их применения.

Литература

1. Краткий автомобильный справочник / Под. ред. Г.Н. Яковлева. – М.: Транспорт. – 1967. – 544 с.
2. Баженов С.П., Б.Н. Казьмин, С.В. Носов. Основы эксплуатации и ремонта автомобилей и тракторов / Учебное пособие для вузов – М.: Академия. – 2005. – 336 с.
3. Пеньшин Н.В. Эффективность и качество как фактор конкурентоспособности услуг на автомобильном транспорте / Монография. – Тамбов: ТГТУ. – 2008. – 224 с.
4. Козловский В.А. Производственный менеджмент / Уч. пособ. – М.: ИНФРА-М. – 2003. – 574 с.
5. Баскакова О.В., Сейко Л.Ф. Экономика предприятия (организации) / Уч. пособ. для вузов. – М.: ИТК «Дашков и К°». – 2013. – 372 с.

Formation of Technical and Operational Indicators of the Department Park of Special Equipment

A.V. Podzorov, *Federal service of execution of punishments (FSPEP of Russia); Moscow*

e-mail: a.v.podzorov@mail.ru

Summary. The special rolling stock (PS) of road transport (RT) does not transport passengers and cargo, but is intended for delivery to the workplace of equipment that is installed on its chassis. The purpose of the study is to develop a system of technical and operational indicators (TOI) for special vehicles. To assess the performance of a special PS, you can use some indicators used in engineering. TOIs are formulated for a special PS departmental RT. The proposed TOIs can be used to assess and improve management efficiency in order to save costs and budget funds.

Keywords: automobiles, automobile transport, equipment, special rolling stock, technical and operational indicators, transport vehicle.

References:

1. Yakovlev G.N. Automotive quick reference. Publisher «Transport». Moscow, 1967. 544 p.
2. Bazhenov S.P. Kazmin B.N., Nosov V.S. Fundamentals of operation and repair of cars and tractors: textbook for universities. Publishing center «Akademiya». Moscow, 2005. 336 p.
3. Penshin N.V. Efficiency and quality as a factor of competitiveness of services on motor transport: Monography. Tambov State Technical University. Moscow, 2008. 224 pp.
4. Kozlovsky V.A. Production management: textbook. INFRA-M. Moscow, 2003. 574 p.
5. Baskakova O.V. Seiko L.F. Economics of the enterprise (organization): textbook for high schools. Publishing and trading Corporation «Dashkov and C°». Moscow, 2013. 372 p.

Опыт анестезиологического обеспечения пострадавших на догоспитальном этапе

На примере работы бригад службы экстренной (скорой) медицинской помощи и медицины катастроф



Д.С. Пархомчук

директор ГУ
«Луганский республиканский Центр экстренной медицинской помощи и медицины катастроф»; г. Луганск

mail:
demian_81@mail.ru

Аннотация. В статье представлен опыт Луганского Центра экстренной медицинской помощи и медицины катастроф в анестезиологическом обеспечении пострадавших с тяжелыми комбинированными повреждениями при несчастных случаях (минно-взрывные ранения, травмы, дорожно-транспортные происшествия и т.д.) на догоспитальном этапе.

Ключевые слова: медицина катастроф, комбинированные повреждения, минно-взрывные ранения, анестезиологическое обеспечение, догоспитальный этап.

Одним из основных показателей, характеризующим работу службы экстренной (скорой) медицинской помощи (СЭМП), является качество оказываемой медицинской помощи. Совершенствование процесса оказания медицинской помощи – главная задача медицинской организации, ее реализация возможна при постоянном и грамотном управлении качеством со стороны непосредственного руководителя и администрации [1, 3, 4].

Наш собственный опыт работы в условиях вооруженного конфликта по медицинскому обеспечению населения показал, что важнейшая задача врача (фельдшера), прибывающего на место происшествия, состоит в безотлагательном распознавании расстройств, прежде всего угрожающих жизни пострадавшего, в условиях острого дефицита времени и отсутствия возможности проведения лабораторной и инструментальной диагностики. Далее уточняется характер, мас-

штабы повреждения и дается оценка связанных с ним конкретных функциональных расстройств. Конечно, такое разделение достаточно условно, поскольку диагностика и оказание самой помощи тесно связаны между собой.

Общепризнанно, что медицинская помощь на догоспитальном этапе должна оказываться так быстро и в таком объеме, чтобы обгонять патологические процессы в органах, системах и тканях, развивающиеся вследствие прогрессирующей гипоперфузии и гипоксии, и не допускать их необратимости и декомпенсации жизненно важных функций. Оптимальная организация медицинской помощи пострадавшим с политравмами – это догоспитальная анестезиолого-реаниматологическая помощь, оказанная до одного часа от момента получения травмы, и быстрая доставка пострадавшего в специализированные травмоцентры (отделения) для оказания многопрофильной специализированной хирургической и реаниматологической помощи [1, 2].

Сегодня, когда растет количество и интенсивность войн и локальных вооруженных конфликтов в мире, увеличивается число природных катастроф, общество сталкивается с периодами появления многочисленных жертв. Параллельно следует отметить, что активно совершенствуется огнестрельное оружие, что обуславливает появление более тяжелых повреждений. По данным ВОЗ, одна из основных причин смертности в мире – травматизм. А при комбинированных травмах в результате боевых действий у 60% пострадавших развивается шок. В то же время при работе в чрезвычайных ситуациях у анестезиолога-реаниматолога отмечается дефицит сил, средств и времени для обследования пациента, нет приспособленных мест и комфортных условий для работы [1, 3, 5].

В условиях незавершенного вооруженного конфликта в связи с увеличением тяжелых комбинированных повреждений, участившимися несчастными случаями (минно-взрывные ранения, травмы, дорожно-транспортные происшествия и т.д.), проблемы анестезиологического обеспечения раненых и пострадавших на догоспитальном этапе и пути его оптимизации является одной из наиболее важных задач.



В настоящей работе представлен наш собственный опыт анестезиологического обеспечения пострадавших на догоспитальном этапе.

Сегодня в ЛНР экстренная (скорая) медицинская помощь оказывается 20 врачебными и 78 фельдшерскими бригадами Луганского Центра экстренной медицинской помощи и медицины катастроф (далее по тексту – Центр). Врачи преимущественно входят в состав специализированных выездных бригад и бригад отдела экстренной и плановой консультативной медицинской помощи и медицинской эвакуации (ЭиПКМПиМЭ) (медицина катастроф), что соответствует мировой практике.

Специализированных выездных бригад в Центре 8 (2 – анестезиолого-реанимационные, 3 – кардиологические, 1 – психиатрическая, 1 – неврологическая, 1 – педиатрическая). Все они расположены на подстанциях Луганска (рис. 1).

Штат отдела ЭиПКМПиМЭ – это более 75 узкоспециализированных врачей, из которых 15 имеют ученую степень доктора и кандидата медицинских наук: нейрохирург, нейротравматологи, торакальные, сосудистые, челюстно-лицевые, абдоминальные и кардиохирурги, анестезиологи-реаниматологи, травматологи-ортопеды, эндоскописты, комбустиологи, акушеры-гинекологи, невропатологи, гематологи, пульмонологи, ревматологи, отоларингологи, нефрологи, офтальмологи, а также терапевты высшей категории.

Основные задачи отдела ЭиПКМПиМЭ: оказание экстренной и неотложной специализированной медицинской помощи населению, приближение ее к жителям сельской местности и отдаленных районов; подготовка пациентов, находящихся в тяжелом состоянии, к медицинской эвакуации; мониторинг состояния пострадавших и больных, находящихся в критическом состоянии и нуждающихся в медицинской эвакуации, в специализированные учреждения; проведение медицинской эвакуации пострадавших и больных в республиканские учреждения здравоохранения на специализированных автомобилях комплектации

класса «С» с оказанием необходимой медицинской помощи в процессе эвакуации (рис. 2); оценка эффективности и коррекция лечебно-диагностических мероприятий; оказание методической консультативной помощи врачам медицинских организаций; внедрение в практическое здравоохранение современных лечебно-диагностических технологий, в т.ч. телемедицинских; эвакуация пациентов, нуждающихся в оказании отдельных видов высокотехнологичной медицинской помощи, в профильные учреждения России.

В режиме повседневной деятельности отдел ЭиПКМПиМЭ организует и обеспечивает медицинскую эвакуацию больных по показаниям из медицинских организаций городов и районов в республиканские специализированные медицинские организации. Такими показаниями являются: ранение грудной клетки и брюшной полости; сложные переломы костей и травмы суставов; ранение крупных артерий; черепно-мозговые травмы и травмы позвоночника; острая патология сосудов головного мозга, требующая оперативного вмешательства; перитонит, прободная язва; заворот кишки; разрыв маточной трубы; патологические роды, требующие хирургического вмешательства; тяжелые гестозы и другие заболевания, угрожающие жизни больного (пострадавшего), требующие экстренного вмешательства специалистов и использования высокотехнологичного оборудования. Все эти состояния могут угрожать жизни пациента, что требует навыков проведения различных методов анестезиологического пособия.

За время работы Центра выездными анестезиолого-реанимационными бригадами (преимущественно, ЭиПКМПиМЭ) было проведено 88 внутривенных анестезий и 56 комбинированных эндотрахеальных наркозов больным с угрожающими состояниями на догоспитальном этапе. При этом преимущественное большинство пациентов из этого числа были госпитализированы в профильные стационары живыми, в течение



Рис. 1. Сотрудники (две анестезиолого-реанимационные бригады) Центра ЛНР, весна 2017



Рис. 2. Оснащенность специализированных санитарных автомобилей Центра

первого часа после травмы, что свидетельствует о практической реализации концепции «золотого часа» [3].

Анализ ежедневной работы СЭМП в условиях незавершенного вооруженного конфликта подтверждает, что оказание помощи больным и пострадавшим с жизнеугрожающими нарушениями не только в военное, но и в мирное время уже на догоспитальном этапе нередко требует от бригады медиков соответствующих навыков, а также оснащения из арсенала анестезиологии и реаниматологии. Прежде всего здесь речь идет о применении **общих анестетиков**.

Общая анестезия (наркоз или глубокий сон, вызванный искусственно с помощью специальных лекарственных средств) относится к одному из самых сложных типов анестезии (временная утрата болевой чувствительности). Главным отличием общей анестезии от других видов обезболивания (проводниковая, аппликационная, инфильтрационная, спинальная, эпидуральная анестезия) является выключение сознания пациента. Общая анестезия обеспечивает *анальгезию* (уменьшение болевой чувствительности), *амнезию* (временная утрата сознания, отсутствие воспоминаний о самой операции), а также *релаксацию* (миоплегию, расслабление мышц тела), а в результате – *нейровегетативную защиту* и протезирование ряда жизненно важных функций (*поддержание функции дыхания и кровообращения*).

Оказание помощи больным и пострадавшим с жизнеугрожающими нарушениями нередко требует от бригады СМП наличия навыков и оснащения из арсенала анестезиологии и реаниматологии. Опыт свидетельствует, что неправильное ее выполнение чревато нежелательными осложнениями или даже летальным исходом для пострадавшего.

Основными показаниями к проведению общей анестезии или ее отдельных компонентов на догоспитальном этапе, по данным Центра, являются:

- тяжелая комбинированная травма, сопровождающаяся шоком;
- изолированная травма, требующая транспортной иммобилизации;
- черепно-мозговая травма с нарушением дыхания;
- не купирующийся судорожный синдром;
- ожоги, обширные раны;
- острый инфаркт миокарда.

Общие анестетики, как мы считаем, необходимы не только перед интубацией трахеи, транспортной иммобилизацией, выполнением коникотомии, но и перед проведением синхронизированной кардиоверсии (при пароксизмальных аритмиях, сопровождающихся нестабильностью гемодинамических

показателей с угрозой аритмического кардиогенного шока, развитии отека легких или рефрактерностью аритмии к медикаментозной коррекции на фоне субъективной непереносимости пациентом пароксизма нарушения ритма), катетеризации центральных вен, а в ряде случаев – при психомоторном возбуждении пациента и судорожном статусе.

Важно понимать, что проведение общей анестезии в условиях скорой помощи имеет ряд особенностей: жесткий лимит времени, отсутствие надлежащей анестезиологической подготовки у врача скорой помощи и тем более у фельдшера, работа в ограниченном пространстве салона машины, ситуация «необследованной больной», проблема «полного желудка», риск возникновения регургитации при использовании некоторых средств общей анестезии. Работники СЭМП обязаны помочь больному, находящемуся в критическом состоянии, в полном объеме, они не должны ограничиваться только быстрой доставкой его в стационар.

С другой стороны, приняв решение о проведении общей анестезии, важно помнить, что применение соответствующих препаратов от бригады медиков требует обязательных навыков по поддержанию витальных функций пациента, т.к. эти препараты могут вызывать их депрессию (в первую очередь вентиляционные нарушения).

Остановимся на особенностях проведения общей анестезии на догоспитальном этапе. Как показывает наш собственный опыт, наибольшее значение в этих условиях приобретают проведение **анальгезии и воздействие на психоэмоциональную сферу больного** (рис. 3), за этим следует коррекция нарушений легочного газообмена и кровообращения (**витальных функций**).

Это пособие нами оказывается на начальном этапе, еще до осуществления медицинской эвакуации, и направлено на уменьшение выраженности факторов, определяющих развитие критического состояния пострадавшего (боль, кровотечение и т.д.), поддержание функций дыхания и кровообращения простейшими методами и приемами.

Логичен вопрос: при критическом состоянии пациента с чего нужно начинать? Первоначально воздействовать на витальные функции и только потом вводить анальгетики либо же наоборот?

Описание степени боли с помощью слов	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Боль отсутствует		Легкая боль		Умеренная боль		Умеренная боль		Сильная боль		Непереносимая боль
Шкала лиц Вонга-Бакера											
Шкала переносимости боли	Боль отсутствует		Боль можно игнорировать		Боль мешает деятельности		Боль мешает концентрироваться		Боль мешает основным потребностям		Необходим постельный режим

Рис. 3. Шкала боли



Исходя из собственного опыта, мы утверждаем, что все мероприятия по анестезиологическому обеспечению и коррекции жизненно важных функций организма должны проводиться **одновременно**, имея основной задачей максимально быструю последующую эвакуацию пострадавшего в специализированное лечебное учреждение. Это связано с тем, что тяжелое, крайне тяжелое или критическое состояние пострадавшего, которое развивается в результате полученной множественной и сочетанной травмы, политравмы (ДТП, падение с высоты, тяжелая черепно-мозговая травма, тяжелые ранения и др.), всегда сопровождается нарушением жизненно важных функций в виде травматического шока, комы, острой дыхательной и/или сердечной недостаточности либо терминального состояния, как следствия прогрессирующей ишемии и гипоксии в тканях, а также нарушением метаболизма, ацидоза и некроза клеток. Если не купировать это состояние сразу, а только быстро предпринять меры к медицинской эвакуации пострадавшего, то во время транспортировки произойдет срыв компенсаторных механизмов со стороны жизненно важных органов и функций, в свою очередь результаты лечения на догоспитальном этапе будут неудовлетворительными: непосредственный летальный исход (или несовместимые с жизнью осложнения), глубокая инвалидность.

В практической работе мы обязательно учитываем, что анестезиологическое обеспечение – не только средство предотвращения критического состояния и создание спокойных условий медицинской эвакуации, но и мощный фактор оптимизации компенсаторных процессов (анестезия лечит) [1, 4, 5].

Приняв решение о проведении общей анестезии, мы помним, что: 1) препараты, которые будут использоваться для аналгезии в период транспортировки пациента в стационар, должны обладать выраженным болеутоляющим свойством; 2) общие анестетики, применяемые на догоспитальном этапе, должны характеризоваться хорошей управляемостью (быстрота возникновения седативного эффекта, короткодействие), редкостью возникновения аллергий, умеренно воздействовать на функции сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также иметь удобную форму применения.

Мы также учитываем, что наркоз, даже глубокий, не всегда сопровождается аналгезией. *И отсутствие сознания у больного не является достоверным признаком надежной блокады ноцицептивной импульсации.* В связи с этим мы считаем, что достижение аналгезии должно идти не по пути углубления наркоза, что всегда чревато токсическим воздействием на организм больного,

а по пути оптимальной комбинации средств, обладающих наркотическими и аналгетическими свойствами.

Компонентами общей анестезии на догоспитальном этапе являлись:

- 1) наркоз (выключение сознания больного);
- 2) аналгезия и нейровегетативная блокада – устранение нейровегетативных и нейроэндокринных реакций на боль;
- 3) миорелаксация – обездвиживание и расслабление мышц;
- 4) поддержание адекватного газообмена;
- 5) поддержание адекватного кровообращения.

На сегодняшний день анестезиолого-реанимационными бригадами Центра используются **неингаляционные анестетики**. Так, на практике нами широко применяются тиопентал натрия, пропофол, кетамин, диазепам, мидазолам, натрия оксибутират (ГОМК), средства для нейролептаналгезии, миорелаксанты. При этом важно понимать, что для уменьшения частоты осложнений требуется быстрая, тщательная подготовка как пациента, так и оборудования. В нашей практической работе применялись общие принципы осуществления экстренного вводного наркоза (ЭВН) на догоспитальном этапе, аналогичные таковым в условиях стационара. Для того чтобы в напряженных условиях оказания помощи анестезиологическое пособие было безопасным и эффективным, методики его проведения должны быть максимально простыми.

Для проведения манипуляций с дыхательными путями, интубации трахеи, по возможности, обязательно обеспечиваются свободный доступ к голове и телу в радиусе 360° и адекватное освещение.

Во время первичной оценки состояния пострадавшего по алгоритму ABCDE силами подготовленных фельдшеров выполняется подготовка всего необходимого для проведения общей анестезии: препараты, инструменты для манипуляций на дыхательных путях (эластический буж для интубации, аспиратор), аппаратура для кислородотерапии, и искусственной вентиляции легких (ИВЛ) и мониторинга. При необходимости на месте происшествия нами также выполняется катетеризация двух периферических вен, при невозможности обеспечить периферический доступ – катетеризация центральной вены (яремная, подключичная); в рабочем режиме инфузионная терапия начиналась с полиионных растворов (рис. 4).

Преоксигенация нами проводится интенсивным потоком кислорода (100%) с использованием лицевой маски. При выполнении этой манипуля-

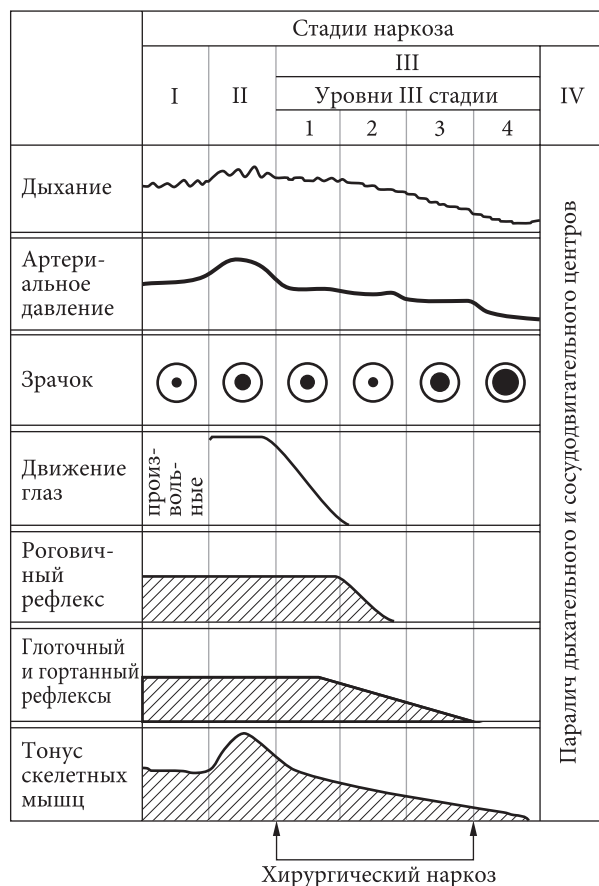


Рис. 4. Характеристика стадий наркоза. Схема

ции нужно учитывать возможность растяжения желудка и опасность спонтанной регургитации с последующей аспирацией. Для предотвращения и уменьшения риска этих осложнений, нами выполняется поднятие головного конца носилок больного на 15...200, что в свою очередь способствует также и снижению внутричерепного давления. При адекватном доступе к дыхательным путям голова и шейный отдел позвоночника фиксируются.

Премедикация: атропин 0,3...0,5 мг внутривенно, димедрол 0,2 мг/кг внутривенно, ксефокам 8 мг внутривенно, фентанил 0,1 мг внутривенно.

Вводная анестезия, которая зависит от кровопотери и степени нарушения гемодинамики, включает: ГОМК и пропофол или сибазон и кетамин соответственно, а у пациентов с преимущественным поражением головного мозга (ОНМК) нами применялась «барбитуровая» анестезия. В ряде литературных источников не рекомендуется использовать кетамин при черепно-мозговой травме из-за вероятности увеличения внутричерепного давления. Однако, как показывает наш собственный опыт, слабое угнетающее влияние кетамина на сердечно-сосудистую систему, особенно при политравме с явлениями шока, является преимуществом, кото-

рое значительно превалирует над риском развития внутричерепной гипертензии.

Если вводный наркоз неадекватен, то интубация трахеи может привести к развитию брадикардии и гипертензии. Это очень ответственный этап, так как он опасен риском развития осложнений (ларингоспазма, бронхоспазма, рвоты, регургитации, аспирации, аритмии сердца, гипотензии и т.д.).

Критериями достаточности вводного наркоза мы считаем состояние, когда пострадавший спит, его зрачки сужены и фиксированы по центру глазного яблока, реакция на свет отсутствует, а мышцы расслаблены, челюсть легко открывается, при этом ресничный рефлекс отсутствует или существенно угнетен (схема). Показательно, что пациент может дышать как самостоятельно, так и может потребоваться ИВЛ через маску.

Достижение состояния миоплегии на этапе оказания помощи специалистами СЭМП и во время медицинской эвакуации обеспечивается использованием *деполяризующих* (сукцинилхолин, листезон) и *недеполяризующих* (пипекурония бромид, рокурония бромид и др.) мышечных релаксантов.

Во время транспортировки выполнялось поддержание анестезии – адекватный седативный эффект, аналгезия и, при необходимости, нейромышечная блокада. Непрерывный мониторинг показателей функционирования жизненно важных органов – ЭКГ, измерение артериального давления, пульсоксиметрия и капнография.

Поддержание *адекватного кровообращения* у пострадавшего в нашей практике мы обеспечиваем путем ликвидации дефицита объема циркулирующей крови (инфузионная терапия), коррекции дисфункции миокарда (инотропная поддержка), управляемой гипотонии (применение ганглиоблокаторов и вазодилататоров).

Клинический опыт показывает, что комбинированный (эндотрахеальный) наркоз создает оптимальные условия для проведения ИВЛ, при этом уменьшается токсическое влияние общих анестетиков на организм за счет сокращения их общей дозы, за счет более точной дозировки анестетиков и применения миорелаксантов. Одновременно с этим обеспечивается свободная проходимость верхних дыхательных путей, независимо от положения тела больного, исключается опасность асфиксии вследствие западения языка, аспирации рвотных масс и крови и создаются условия для постоянной аспирации содержимого трахеи.

Таким образом, анестезиологическое обеспечение пациентов в критическом состоянии на догоспитальном этапе – актуальный вопрос для



государства с незавершенным вооруженным конфликтом. С одной стороны, это связано с тем, что преимущественное большинство бригад Центра, оказывающих медицинскую помощь сегодня в республике, – это фельдшерские бригады. С другой стороны, сложившийся стереотип, что скорая помощь быстрее доведет в лечебное учреждение, чем окажет такую помощь как анестезиологическое обеспечение, поддерживает страх и неуверенность врачей линейных бригад и фельдшеров в применении этих лечебных мероприятий на практике, что требует обязательной коррекции.

Исходя из вышесказанного, следует сделать вывод: увеличение случаев травматизма и дорожно-транспортных происшествий, острых заболеваний у людей на фоне хронического стресса, современные риски техногенных аварий и стихийных экологических бедствий создают предпосылки для пересмотра перечня профессиональных компетенций (знаний, умений и навыков) у специалистов СЭМП.

Наш собственный опыт показывает, что квалифицированное проведение анестезиологического обеспечения на догоспитальном этапе (с использованием как внутривенного или комбинированного (эндотрахеального) наркоза, так и отдельных компонентов общей анестезии) возможно только в условиях постоянных учебных тренингов. В Школе медицины катастроф (структурное подразделение Центра) с этой целью запланированы циклы тематического усовершенствования, прохождение которых позволит и фельдшерам, и врачам общепрофильных бригад освоить применение методов анестезиологического обеспечения у критических больных.

Литература

1. Военно-полевая хирургия локальных войн и вооруженных конфликтов: Руководство для врачей / Под ред. Е.К. Гуманенко, И.М. Самохвалова. – М.: ГЭОТАР-Медиа. – 2011. – 672 с.
2. Военно-полевая хирургия. Работа хирургов в условиях ограниченности ресурсов во время вооруженных конфликтов и других ситуаций насилия. Т. 1. Кристос Жианну, Марко Балдан. Русская версия подготовлена Региональным информационным

центром МККК в Москве (CSC EAST). – МККК, октябрь 2010. – 378 с.

3. Гаврилин С.В., Сингаевский А.Б., Михайлов Ю.М. Протокол интенсивной терапии при тяжелой травме на догоспитальном этапе. Опубликовано на сайте: www.anesth.ru

4. Клинические рекомендации по оказанию медицинской помощи пострадавшим с политравмой в чрезвычайных ситуациях / Утверждены решением Конференции Общероссийской общественной организации специалистов в сфере медицины катастроф. – Протокол № 3 от 17.11.2015 г.

5. <https://urgent.com.ua/ru-issue-article-257>.

Experience of the Anesthesiological Support of the Suffered at the Dospital Stage

On the Example of the Work of Brigades of Emergency (Emergency) Medical Care and Medicine of Accidents

D.S. Parkhomchuk, director of Public Institution «Luhansk republican Center of the emergency medical care and medicine of accidents»; Luhansk

e-mail: demian_81@mail.ru

Summary. The article presents the experience of the Lugansk Republican Center for Emergency Medical Care and Catastrophe Medicine in the anesthetic support of victims with severe combined injuries in case of accidents (mine and blast injuries, injuries, traffic accidents, etc.) at the prehospital stage.

Keywords: disaster medicine, combined injuries, mine and blast injuries, anesthesia, prehospital stage.

References:

1. Gumanenko E.K., Samokhvalova I.M. Field surgery of local wars and armed conflicts: The management for doctors. GEOTAR-media. Moscow, 2011. 672 p.
2. Zhiann K., Baldan M. Field surgery. Work of surgeons in the conditions of limitation of resources during armed conflicts and other situations of violence. Volume 1. International Committee of the Red Cross. October, 2010. 378 p.
3. Gavrilin S.V., Singaevsky A.B., Mikhaylov Yu.M. The protocol of intensive therapy at a severe injury at a pre-hospital stage
4. Clinical recommendations about delivery of health care by the victim with a polytrauma in emergency situations. Are approved by the decision of the Conference of the All-Russian public organization of experts in the sphere of medicine of accidents – the Protocol No. 3 from 11/17/2015.
5. <https://urgent.com.ua/ru-issue-article-257>.

Условия труда официанта



Т.Ю. Лустгартен

*к.т.н., Костромской
государственный
университет;
г. Кострома*

*e-mail:
tlustgarten@yandex.ru*

Аннотация. Представлены результаты исследований условий труда официанта. В результате проведенного хронометража идентифицированы опасные и вредные производственные факторы и время их воздействия на официанта, а также результаты инструментальных измерений уровней факторов. Проведены гигиеническая оценка условий труда и анализ спецодежды официанта. Даны рекомендации для подбора новой спецодежды в соответствии с требованиями стандартов и классом ресторана. Исследованы условия труда студента по фактору «напряженность труда» (учебного процесса). Проведен сравнительный анализ напряженности труда официанта и студента. Даны рекомендации по улучшению условий труда официанта и режиму труда и отдыха для сохранения здоровья работающих.

Ключевые слова: официант, класс условий труда, нормативное значение, режим труда и отдыха.

Ресторанный бизнес, бурно развиваясь, постоянно нуждается в кадрах [1], поэтому профессия официанта востребована на рынке труда, особенно студентами. Это объясняется тем, что каждый студент, поступающий на эту работу, рассчитывает на щедрые чаевые, бесплатное питание и гибкий график работы, который позволяет сохранить очную форму обучения. Проведем исследование условий труда официанта и студента и оценим, возможно ли совмещать студенту два рода деятельности.

Для исследования условий труда официанта был выбран ресторанный комплекс при гостинице, позиционирующий себя как самый престижный ресторан. Ресторанный комплекс включает два ресторана и летнюю веранду. Для изучения технологического процесса оказания услуг и детализации рабочего времени официанта проведены хронометраж рабочего времени и опрос работающих.

В результате проведенных исследований режима труда выявлено, что график работы официанта следующий: первый день – 17 ч, второй день – 12 ч,

два дня выходных. Из опроса работающих известно, что начало рабочего дня может быть разным: с 16, 17, 18 часов (видимо, это и есть «гибкий» режим работы). Продолжительность смены может составлять 12...17 ч.

В результате хронометража были идентифицированы следующие опасные и вредные производственные факторы, влияющие на официанта в процессе труда:

- опасные – острые кромки поверхностей инвентаря, посуды, приборов, повышенное значение напряжения в электрической цепи;
- вредные – недостаточная освещенность, повышенный уровень шума, повышенная (пониженная) температура воздуха рабочей зоны, нервно-психические перегрузки, физические перегрузки [2].

В обязанности официанта входит: подготовка зала к обслуживанию; получение из сервисной столовой посуды, приборов и столового белья; сервировка столов с учетом стандартов организации питания; обучение помощников официанта на рабочих местах технологиям сервировки столов; контроль предварительной сервировки столов, оценка наличия столовой посуды, приборов, столового белья, аксессуаров и инвентаря и прогнозирование потребности в них; составление заявок на пополнение ассортимента столовой посуды, приборов, столового белья, аксессуаров и инвентаря, необходимых для сервировки столов [3].

В результате исследования условий труда были проведены инструментальные измерения уровней факторов производственной среды в соответствии с утвержденными методиками измерений (табл. 1).

Из табл. 1 видим, что освещенность не соответствует нормативным требованиям. Уровень шума может достигать 81 дБ при норме 55 дБ для залов кафе, ресторанов, столовых [5]. Из опроса работаю-

Таблица 1.

Результаты инструментальных измерений

Фактор	Верхний зал		Нижний зал	
	Фактическое значение	Нормативное значение	Фактическое значение	Нормативное значение
Освещение:				
КЕО, %	0,6	0,5	0,5	0,5
Е, лк	86,3	200 [4]	22,7	200 [4]
Кп, %	3	20	1	20
Микроклимат:				
T, °C	21	21 ... 28	22,6	21 ... 28
v, м/с	0,03	0 ... 0,1	0,16	0 ... 0,1
W, %	25	15 ... 75	27	15 ... 75
Шум, дБ А	81	55 [5]	78	55 [5]



щих выявлено, что в летние жаркие дни при работе на летней веранде, а также зимой при работе в очень жарком и непроветриваемом помещении случается перегревание (тепловой удар). В процессе работы у официантов проявляются аллергические реакции, которые возникают при вдыхании пуха, пыли (при работе на летней веранде), косметических и парфюмерных запахов от гостей ресторана.

В ходе работы исследованы условия труда по фактору «напряженность трудового процесса», который характеризует трудовой процесс, отражает преимущественную нагрузку на ЦНС (нервное, психоэмоциональное напряжение, длительность и интенсивность интеллектуальной нагрузки) [6]. Из опроса работающих выявлено, что в большинстве случаев рабочая смена официанта продолжается до полуночи, а в выходные и праздничные дни – до утра. В результате продолжительной напряженной работы, особенно в условиях повышенного шума, суммарных теплопритоков от линии раздачи и оборудования в торговом зале (винные шкафы, прилавки-витрины для десертов, кофе-машины и торговые автоматы), высокой влажности от моечного отделения возникает переутомление. Восстановиться к следующей рабочей смене организм работающего не успевает, накапливается усталость.

К официанту предъявляются высокие требования: он должен работать быстро, красиво и профессионально при большой физической нагрузке и дефиците времени в часы пик. Он должен уметь быстро застелить стол, расположить предметы сервировки в соответствии со стандартами. Официант постоянно находится в нервно-эмоциональном напряжении, поскольку все люди различны не только по характеру, манере общения, но и по уровню культуры. Зачастую посетители проявляют негативную реакцию на малейшее невнимание к ним либо, находясь в состоянии алкогольного опьянения, неадекватно оценивают текущий момент в работе, не учитывают нагрузку на официанта в зале.

Руководство ресторана, в связи с производственной необходимостью, вправе поручать работнику иные задания, соответствующие его функциональным обязанностям [7].

В каждом ресторане введены штрафные санкции, грозящие нерадивым сотрудникам:

- при нахождении за служебным столиком более трех человек – 200 рублей;
- неправильное занесение в компьютер количества гостей и нумерации столиков – 500 рублей;
- опоздание на работу – 100 рублей за час;
- нахождение без бейджика и специальной одежды – 50 рублей;
- работа без медицинской книжки – 1000 рублей;
- разговор по мобильному телефону в зале ресторана – 3000 рублей.

Наказания иногда несправедливы. Данный факт является стрессовым для работающего и приводит к конфликтным ситуациям. Если отсутствует медицинская книжка, то по законодательству официант не имеет права не только работать, но и находиться в помещении ресторана [8]. Медосмотр официанты должны проходить регулярно, один раз в шесть месяцев в соответствующих учреждениях здравоохранения для получения допуска профпригодности.

Оценка напряженности труда проводилась с учетом 23 показателей. В результате этой оценки класс условий труда по напряженности труда определен – 3.2, это значение обусловлено фактической продолжительностью рабочего дня и сменностью работы.

Исследованы условия труда по фактору «тяжесть трудового процесса», который отражает преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающие его деятельность. Нас интересовало, какую динамическую, статическую работу официант выполнил, сколько поднял, перенес, прошел, сколько раз наклонился (в пересчете на 8-часовой рабочий день).

Профессия официанта предполагает высокую нагрузку на ноги. В результате проведенных нами исследований выявлено, что официант проходит в среднем 9...11 км. Большинство официантов предпочитает носить обувь без каблука, так называемые балетки. Стоит отметить, что абсолютно плоская подошва не является анатомически правильной, поэтому длительное ношение балеток или мокасин может привести к деформации стопы. Идеальная анатомическая форма подошвы – это когда пятка слегка приподнята относительно передней части стопы [8]. Обувь должна быть кожаной с закрытыми носком и пяткой. Высота каблука для женщин для удобства и безопасности должна быть 25...50 мм [10].

Для быстрого обслуживания гостей готовые блюда устанавливаются на поднос, вес которого может достигать 4...6 кг, его приходится нести в зал по скользкому «модному» полу из современных отделочных материалов, а иногда и в номера гостиницы, поднимаясь по лестнице.

Оценка тяжести труда официанта проводилась на основе учета всех показателей. Класс условий труда по тяжести труда – 3.2, обусловлен массой поднимаемого и перемещаемого груза, перемещением в пространстве, процессом обслуживания.

В ходе оценки травмоопасности рабочего места официанта выявлено: производственное оборудование, инвентарь не соответствуют требованиям безопасности. Обучение и инструктажи соответствуют нормативным требованиям охраны труда [11].

При оценке соответствия спецодежды нормативным требованиям выявлено, что работники ресторана обеспечены форменной одеждой: белыми

и черными футболками с логотипом заведения, белыми рубашками, теплыми трикотажными кофтами для работы в холодный период года или вечерами на летней веранде, а также длинными черными фартуками много ниже колен, с карманами для необходимых принадлежностей. Из опроса официантов выявлено, что одежда неудобна – длинный фартук затрудняет движение в зале и по лестнице.

Работники ресторана должны быть обеспечены форменной одеждой в соответствии с типом, классом ресторана и дизайном интерьера [12]. Официант должен иметь презентабельную внешность, так как он – лицо ресторана. В соответствии с требованиями стандарта рекомендуем следующую форменную одежду: белая накрахмаленная рубашка, застегнутая на все пуговицы, воротничок не застегнут, лежит аккуратно, длинные рукава застегнуты на запястье (нельзя закатывать рукава или подтягивать их вверх) [9]; жилет; юбки для девушек и брюки для мужчин. Красивые рубашки, строгие жилеты и атрибуты униформы персонала, выполненные в стиле заведения, позволяют создать уникальную атмосферу конкретно данного ресторана. Для многих клиентов именно особая аура и является притягательным фактором, который заставляет их возвращаться вновь и вновь. Одежду лучше всего изготавливать из носких практичных тканей – чистого и смесового хлопка, чтобы форма была устойчива к сминанию и сохраняла свежий вид. Фартуки для официантов – неотъемлемый и обязательный атрибут униформы, позволяющий соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям. Фартук должен иметь карманы для принадлежностей: чистого носового платка, авторучки, книжки бланков счетов, ножа сомелье, калькулятора, льняного ручника, который должен находиться на левой руке, чтобы уберечь официанта от воздействия температуры посуды с горячими блюдами.

По результатам исследований проведена гигиеническая оценка условий труда [6], результаты представлены в табл. 2.

Таким образом, установлен итоговый класс условий труда официанта – 3.3 (вредный третьей степени), что может привести к развитию профессиональных заболеваний легкой и средней степени тяжести (с потерей профессиональной трудоспособности) в период трудовой деятельности, росту хронической (профессионально обусловленной) патологии [6]. Опрос работодателей показал, что максимальный стаж работы по профессии «официант» составляет не более пяти лет. Если в перспективе нет продвижения по карьерной лестнице, сотрудники прекращают работу по данной профессии.

Для улучшения условий труда официанта в ресторане и приведения их в соответствие с требованиями рекомендуем:

Таблица 2.

Результаты оценки условий труда официанта

Фактор	Класс условий труда 3.0 (вредный)						
	1.0 (оптимальный)	2.0 (допустимый)					4.0 (опасный)
			3.1	3.2	3.3	3.4	
Освещение				+			
Микроклимат		+					
Шум					+		
Тяжесть				+			
Напряженность				+			
Общая оценка условий труда – 3.3							
Травмоопасность – 3							
Обеспеченность СИЗ – не соответствует							

- для свободного проникновения естественного освещения в зал освободить оконные проемы;
- для улучшения качества искусственного освещения установить светодиодные лампы;
- для снижения напряженности трудового процесса организовать рациональные режимы труда и отдыха (рабочая смена/выходной: 1/1);
- для снижения класса травмоопасности надежно прикрепить напольные покрытия и ковровые дорожки к полу;
- для исключения скольжения застелить ступени лестниц резиновым покрытием;
- предусмотреть в гардеробных отдельное хранение уличной и специальной одежды;
- заменить одежду официантов на более удобную и презентабельную;
- разместить в зале ресторана средства индивидуальной защиты органов дыхания типа «Феникс» для гостей и работающих в ресторане на случай возникновения чрезвычайной ситуации – пожара.

Исследование условий обучения студента в вузе свелось к оценке напряженности учебного процесса. В соответствии с новыми учебными планами изучение каждой дисциплины состоит из аудиторных занятий и самостоятельной работы студента, причем зачастую время на самостоятельное изучение составляет 50% и более от выделенных для дисциплины часов. При анализе условий труда студентов выявлено: при шестидневной учебной неделе в среднем студенты учатся три пары, порядка шести часов в день. В течение семестра выполняются курсовые работы. При рейтинговой системе обучения на каждое занятие необходимо приходить с выполненным домашним заданием, зарабатывать баллы за выполнение аудиторных заданий, защиту лабораторных работ, т.е. необходимо постоянно принимать решения и нести ответственность за конечный результат. Пропуск занятий, невыполнение



учебного плана, неудовлетворительные оценки за домашние и контрольные работы приводят к конфликтным и стрессовым ситуациям. Опрос обучающихся показал, что официантами зачастую работают студенты, для которых будущая профессия никаким образом не пересекается с ресторанным бизнесом, т.е. речь о приобретении практических навыков будущей профессии не идет.

Таким образом, по напряженности учебного процесса студента выявлен класс условий труда – 3.3 (напряженный труд третьей степени). Учебная работа характеризуется эмоциональной нагрузкой на организм, требует интенсивной работы мозга по получению и переработке информации.

Еще в позапрошлом веке классик отечественной физиологии, основоположник русской физиологической школы И.М. Сеченов обратил внимание, что оптимальное соотношение длительности элементов цикла «работа – отдых» заложено природой в отношении циклов «систола (сокращение) – диастола (расслабление)» сердечной мышцы как «1:2». Это соотношение, при котором сердце сохраняет свою работоспособность на протяжении всей человеческой жизни. Такому положению вещей схематически отвечает 8-часовой рабочий день в 24-часовом суточном цикле. Социальные приоритеты могут заставлять человека продолжать работать только на фоне истощения организма и тем самым ускорять его износ, преждевременное старение, потерю трудоспособности, скрытое формирование патологии [13].

Исходя из вышесказанного, приходим к выводу: не рекомендуется совмещать очное обучение в университете с подработкой в качестве официанта, поскольку перегрузки и переутомление, связанные с работой в ночное время, и необходимость регулярного выполнения учебного плана обучения в университете отрицательно скажутся на здоровье молодых людей репродуктивного возраста.

Литература

1. Фабрика бизнеса [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fabrikabiz.ru/restaurant/4/25.php> «Ресторанный бизнес».
2. ГОСТ 12.0.003–2015. ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс». – Режим доступа : <http://www.consultant.ru>
3. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 1 декабря 2015 г. № 910н «Об утверждении профессионального стандарта «Официант/бармен» [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.
4. СНиП 23-05–95. Естественное и искусственное освещение [Электронный ресурс] // СПС

«Консультант Плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>

5. СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

6. 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>.

7. Должностная инструкция официанта ресторана. [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

8. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ (ред. от 28.11.2015) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

9. Медицинские центры мира [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://medicalcenters.ru> Деформации стопы.

10. Стандарты обслуживания в ресторане: учебное пособие [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://restoranoff.ru>.

11. 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>.

12. Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 9 декабря 2014 г. № 997н «Об утверждении Типовых норм бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты работникам сквозных профессий и должностей всех видов экономической деятельности, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, а также на работах, выполняемых в особых температурных условиях или связанных с загрязнением» [Электронный ресурс] // СПС «Консультант Плюс». – Режим доступа: <http://www.consultant.ru>.

13. Бобко Н.А. Правильное соотношение «работа: отдых» – залог сохранения здоровья / Академия Здоровья [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.zid.com.ua/rus_creativework/pravylnoe-sootnoshenye-rabota--otdyh-zaloh-sohraneniyya-zdorovya.

Working Conditions of the Waiter

T.Yu. Lustgarten, candidate of technical sciences,
Kostroma State University; Kostroma

e-mail: tlustgarten@yandex.ru

Summary. Results of researches of working conditions of the waiter are presented. As a result of the carried-out timing dangerous and harmful production factors, and time of their impact on the waiter are identified. Results of tool measurements of levels of factors are presented. Hygienic assessment of working conditions is carried out. The analysis of overalls of the waiter is carried out. Recommendations for selection of new overalls according to requirements of standards and a class of restaurant are made. Working conditions of the student on a factor tension of work (educational process) are investigated. The comparative analysis of tension of work of the waiter and student is carried out. Recommendations about improvement of working conditions of the waiter and a work-rest schedule for maintaining health of working are made.

Keywords: waiter, class of working conditions, standard value, work-rest schedule.

References:

1. Factory of business. Available at: <http://www.fabrikabiz.ru/restaurant/4/25.php> «Restaurant business».
2. GOST 12.0.003–2015. Ssls. Dangerous and harmful production factors. Classification. Available at: ATP «Consultant Plus» <http://www.consultant.ru>
3. The order of the Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation of December 1, 2015 No. 910n «About the approval of the professional Waiter/bartender standard». *Union of Right Forces «Consultant Plus»*. Available at: <http://www.consultant.ru>.
4. Construction norms and rules 23-05-95. Natural and artificial lighting. *Union of Right Forces «Consultant Plus»*. Available at: <http://www.consultant.ru>.
5. Sanitary standards 2.2.4/2.1.8.562–96. Noise in workplaces, in rooms of residential, public buildings and in the territory of the housing estate. *Union of Right Forces «Consultant Plus»*. Available at: <http://www.consultant.ru>.
6. Management 2.2.2006–05. The management, by hygienic assessment, factors of a working environment and labor process. Criteria and classification of working conditions. *Union of Right Forces «Consultant Plus»*. Available at: <http://www.consultant.ru>.
7. Duty regulations of the waiter of restaurant. *Union of Right Forces «Consultant Plus»*. Available at: <http://www.consultant.ru>.
8. The federal law from 3/30/1999 No. 52-FZ «About sanitary and epidemiologic wellbeing of the population»
9. Medical centers of the world. *Deformations of foot*. Available at: <http://medicalcenters.ru>.
10. Standards of service at restaurant: manual. Available at: <http://restoranoff.ru>.
11. Methodical tests OT PM 02–99. Assessment of injury prevention of jobs for their certification under the terms of work. *Union of Right Forces «Consultant Plus»*. Available at: <http://www.consultant.ru>.
12. The order of the Ministry of Labour and Social Protection of the Russian Federation of December 9, 2014 No. 997n «About the approval of Standard norms of free delivery of special clothes, special footwear and other individual protection equipment to the workers of through professions and positions of all types of economic activity occupied at works with harmful and (or) dangerous working conditions and also at the works performed in special temperature conditions or connected with pollution».
13. Bobko N.A. Proper correlation «work: rest» – guarantee of maintaining health. Available at: http://www.zid.com.ua/rus_creativework/pravylnoe-sootnoshenye-rabota--otdyh-zaloh-sohraneniya-zdorovya.

Экологическая ответственность бизнеса и открытая отчетность как факторы, влияющие на конкурентоспособность продукции на рынке

Е.Е. Галкина

к.э.н., Московский авиационный институт (НИУ); Москва

e-mail: mai503@yandex.ru

М.И. Дайнов

к.т.н., профессор, Московский авиационный институт (НИУ); Москва

Л.И. Малько

к.т.н., доцент, Московский авиационный институт (НИУ); Москва

Аннотация. Современное общество оценивает качество продукции по многим показателям, одним из которых в условиях экологического кризиса является негативное воздействие на окружающую среду, оказываемое в процессе производства продукции. Таким образом, экологическая ответственность предприятия становится фактором, который подлежит внимательной оценке со стороны инвесторов, партнеров, потребителей, общест-венности. Повысить свою экологическую эффек-

тивность предприятие может, внедрив в систему менеджмента стандарты ISO по экологическому менеджменту, менеджменту энергоэффективности, менеджменту социальной ответственности. Международная организация *Global Reporting Initiative* предлагает предприятиям информировать о своей экологической эффективности с помощью структурированных отчетов GRI. Представление таких отчетов сегодня становится элементом маркетинга продукции предприятия на рынке.

Ключевые слова: загрязнение окружающей среды, требования общества, экологическая ответственность производителя, социальная ответственность, стандарты ISO на системы менеджмента, открытая отчетность по стандартам GRI.

В условиях роста загрязнения окружающей среды человеческое общество стремится найти пути выхода из экологического кризиса. Так как наиболее активными загрязнителями являются промышленные предприятия, общество стремится контролировать их работу. С этой целью на государственном уровне определяются требования к выбросам и сбросам промышленных предприятий, их системам обращения с отходами, к строительству. Предприятиям рекомендуется ориентироваться на наилучшие доступные технологии, которые есть в отрасли. Для выполнения выдвигаемых требований предприятия вынуждены модернизировать оборудование для очистки выбросов и сбросов, применять новые технологии производства, внедрять замкнутые производственные циклы, применять принцип экологически ориентированного проектирования продукции, разрабатывать и внедрять технологии ресурсосбережения. Одни предприятия учитывают экологические императивы в своей деятельности и разрабатывают планы на перспективу, соблюдая возрастающие экологические требования, другие – ограничиваются выполнением текущих требований со стороны государства.

В стандарте ISO 9001:2015 «Системы менеджмента качества. Требования к системе менеджмента качества» указывается, что предприятие должно обеспечивать поставку продукции и услуг, отвечающую не только законодательным и нормативным требованиям, но и «требованиям потребителей»; отмечается, что «...общество становится более образованным и требовательным...» и начинает оценивать качество продукции по более широкому спектру показателей [1]. (На рис. 1 представлено структурирование термина «требования общества».) На сегодня особенно актуальным является требование защиты окружающей среды на всех этапах жизненного цикла изделия: начиная с этапа добычи сырья и далее – в процессе производства, эксплуатации и утилизации. При этом, чем больше загрязнение окружающей среды и серьезнее негативные последствия этого процесса, тем

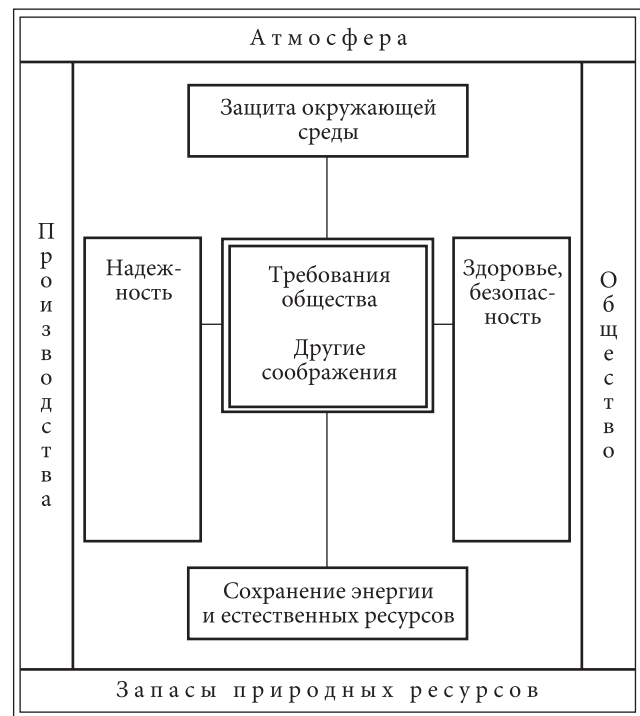


Рис. 1. Структурирование термина «требования общества» (согласно ISO 8402 [2]) внутри ядра информационно-графической модели стандартософии «ОКО ЗЕМНОЕ» [3, 4].

внимательнее общество оценивает экологическую ответственность производителя. И производитель уже не может игнорировать требования общества по защите окружающей среды в процессе производства продукции.

Еще в 1987 г. Международная комиссия по окружающей среде и развитию (комиссия Брундтланд), определив основные причины загрязнения окружающей среды, указывала на необходимость перестройки экономики для уменьшения загрязнения и создания условий для устойчивого развития общества. В 1990 г. была принята «Хартия предпринимательской деятельности в интересах устойчивого развития». Хартия рекомендовала предприятиям для реализации концепции устойчивого развития учитывать требования общества по экологизации производства, уменьшению негативного воздействия на окружающую среду производственных процессов, продукции и отходов, стремиться к обеспечению экологической безопасности, повышать экологическую ответственность персонала. Также указывалось на необходимость оценивать экологические последствия любого нового направления деятельности или проекта, проектировать и производить продукцию с минимальным негативным воздействием на окружающую среду, предоставлять потребителю рекомендации по безопасному использованию и утилизации продукции. Хартия предлагала предприятиям регулярно оценивать свою экологическую эффективность, проводить проверки экологической

результативности работы, предоставлять информацию руководству, акционерам, работникам предприятия, органам власти и общественности [http://www.iccwbo.org/sdcharter]. Выполнение этих рекомендаций позволяет предприятиям повысить свою экологическую эффективность, а государству и обществу в целом достичь устойчивого развития.

В 2015 г. на Генеральной ассамблее ООН были определены новые цели для достижения устойчивого развития [5]. Среди них: гармоничное развитие личности, обеспечение права на достойное образование, работу, жилье, рациональное использование экосистем, борьба с изменением климата, достижение рационального производства и потребления, развитие альтернативной энергетики и другие. На достижение поставленных целей должна быть направлена работа государств и предприятий.

Для достижения целей устойчивого развития предприятию необходимо добиться сбалансированного экономического роста, социального развития и ведения комплексной работы по охране окружающей среды, сохранению экосистем, рациональному использованию природных ресурсов, внедрению технологий энергосбережения.

Для управления экологическими аспектами деятельности предприятия Международная организация стандартизации (ИСО) разработала серию стандартов ISO 14000 на системы управления охраной окружающей среды, ISO 50000 – на системы управления энергоэффективностью, ISO 26000 и IWA 26 – на системы управления социальной ответственностью.

Основным стандартом серии ISO 14000 является стандарт ISO 14001:2015 *Environmental management systems – Requirements with guidance for use* [6], стандарт ISO 14004:2015 *Environmental management systems – General guidelines on implementation* [7] комментирует его положения. Кроме того, дополнительно разработан комплекс стандартов по следующим направлениям: экологически ориентированное проектирование продукции, экологическая маркировка, оценка экологической результативности работы предприятия, экологический аудит, обмен экологической информацией и другие. Применение этих стандартов позволяет предприятию более эффективно вести работу по охране окружающей среды, экономить ресурсы, определить подходы к совершенствованию системы управления предприятием, обучения персонала и модернизации производства.

Так, внедрение системы экологического менеджмента позволит предприятию:

- уменьшить выбросы, сбросы и платежи за загрязнение окружающей природной среды;
- более эффективно управлять отходами, уменьшить их образование;
- сократить число нарушений производственной и технологической дисциплины, количество ин-

цидентов, ведущих к авариям и загрязнению окружающей среды, уменьшить экологические риски;

- сократить непроизводительные расходы;
- расширить возможности для получения кредитов за счет улучшения имиджа предприятия.

Главным стандартом серии ISO 50000 является стандарт ISO 50001:2011 *Energy management systems. Requirements with guidance for use* [8]. Этот стандарт поможет предприятиям вести работу в направлении более эффективного использования энергии: внедрять энергосберегающие технологии, совершенствовать производственные процессы с целью снижения затрат электроэнергии и теплоэнергии. В дополнение к этому стандарту разработаны ISO 50002:2014 *Energy audits. Requirements with guidance for use* [9] и другие.

Внедрение системы энергоменеджмента позволит более рационально и эффективно использовать энергию и природные ресурсы, уменьшить расходы электроэнергии и энергоносителей на производство единицы продукции, повысить энергоэффективность производства и выпускаемой продукции.

Стандарт социальной ответственности ISO 26000:2010 *Guidance on social responsibility* [10] определяет требования к формированию социальной ответственности предприятия, а IWA 26: 2017 *Using ISO 26000:2010 management systems* [11] представляет руководство по интеграции стандарта ISO 26000:2010 в систему менеджмента предприятия, параллельно с ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 50001:2011 и другими стандартами на системы менеджмента предприятия.

С одной стороны, общество требует от производителя повысить экологическую эффективность производства и ответственность, снизить загрязнение окружающей среды, уменьшить расходы энергии и сырья. С другой стороны, выполнение этих требований по охране окружающей среды выгодно для предприятия, поскольку такой повышенный интерес общества к экологической и социальной ответственности производителя делает их элементом маркетинга производимой продукции на рынке.

В России экологический и социальный аспект работы компаний пока не учитываются при заключении контрактов, тогда как в европейских странах экологическая и социальная ответственность предприятия является значимым аргументом. Многие предприятия, поставляющие продукцию на мировой рынок, понимая это, размещают на сайтах информацию о своей социальной ответственности, о внедрении в их систему управления систем менеджмента качества, экологического менеджмента, менеджмента энергоэффективности. Сегодня на упаковках продукции можно увидеть надписи, демонстрирующие экологическую и социальную ответственность компаний: «Большое дело – детям помогать», «Покупая этот пакет, вы помогаете сохранить дерево», «Биоразлагаемый пакет» и др.



Повышению конкурентоспособности предприятия, его привлекательности на рынке способствует публикация информации о его работе – представление отчета, доступного общественности, партнерам, потребителям. Для сообщения о результатах своей деятельности предприятие может публиковать информацию в прессе, размещать ее на сайте, предоставлять по запросам заинтересованных сторон. Для помощи предприятиям в формировании отчетности, иллюстрирующей их экологическую и социальную ответственность, можно воспользоваться рекомендациями стандарта открытой отчетности *GRI4*, разработанного Международной организацией *Global Reporting Initiative*, созданной для распространения единого подхода к подготовке отчетности.

Устойчивое развитие общества предполагает сбалансированное развитие трех компонентов: экономического, социального и экологического; открытая отчетность предприятия также состоит из трех разделов. В экономическом разделе отчета представляются показатели, отражающие экономическую результативность деятельности предприятия, практику закупок, финансовую помощь со стороны государства [12]. В экологическом разделе отчета предприятия отражается информация об используемых в производстве материалах, о загрязнении окружающей среды (объемах выбросов, сбросов, образовании отходов), о соответствии работы предприятия требованиям законодательства по охране окружающей среды, о расходах воды, местах забора воды и сброса сточных вод, об очистке сточных вод, наличии замкнутых циклов использования воды в производстве, использовании сточных вод предприятия в производственном цикле других организаций, о воздействии транспорта предприятия на окружающую среду, о воздействии деятельности предприятия на биоразнообразие в регионе, о применении практики экологической оценки поставщиков и партнеров, о борьбе с потеплением климата (показатели энергоэффективности производства, снижение расходов электроэнергии, энергии, расходуемой на отопление-охлаждение, сокращение расходов топлива, расходы на производство единицы продукции, повышение энергоэффективности производимой продукции), характеристики энергоэффективности продукции [12]. В социальном разделе отражается информация о взаимоотношениях сотрудников и руководства, о мероприятиях, направленных на обеспечение безопасности на производстве, об условиях труда, воздействии условий труда на здоровье персонала, об обучении персонала, о проведении работы по оценке соблюдения поставщиками прав человека, о практике рассмотрения жалоб персонала, о противодействии коррупции, о соответствии продукции предъявляемым требованиям безопасности, о влиянии производимой продукции на здоровье и без-

опасность потребителя, о наличии экологической маркировки продукции [12].

В процессе разработки подходов к формированию открытой нефинансовой отчетности, с учетом требований заинтересованных сторон, были выделены 52 сектора экономики, для которых рекомендованы дополнительные показатели, включаемые в открытую отчетность. Например, предприятиям, производящим авиационную технику, рекомендовано предоставлять информацию о выбросах в атмосферу производимой техники, о потреблении энергии, о топливной эффективности самолета, о расходах топлива и возможности применения альтернативных видов топлива, об экологических характеристиках двигателей, о шуме, о безопасности и надежности воздушных судов, о политике закупок и выборе поставщиков [13].

Открытая отчетность предприятия «...представляет интерес для широкого круга заинтересованных сторон – партнеров, профсоюзов, неправительственных организаций, инвесторов, контролирующих организаций и др.» [14]. Экспертная группа по устойчивому развитию ЕС рекомендует инвесторам поддерживать устойчивое развитие и учитывать этот аспект работы предприятий при решении вопросов предоставления кредитов. И инвесторы все чаще начинают интересоваться характеристиками работы предприятия в области устойчивого развития, предоставляемыми в виде открытой отчетности:

- Всемирная федерация бирж установила показатели работы предприятий для обеспечения устойчивого развития в приоритетах на 2018 год;
- Европейская комиссия в марте 2018 г. приняла план действий, направленный на переориентацию потоков капитала на финансирование проектов, способствующих достижению целей устойчивого развития.

Отметим, что с июля 2018 г. начали действовать новые стандарты *GRI* по формированию открытой отчетности:

- стандарты серии 100 содержат рекомендации по предоставлению общей информации о предприятии, представляющем отчет об устойчивом развитии;
- стандарты серии 200 содержат рекомендации по предоставлению информации об экономической стороне работы предприятия;
- стандарты серии 300 содержат рекомендации по предоставлению информации по охране окружающей среды;
- стандарты серии 400 содержат рекомендации для представления информации о социальных аспектах работы предприятия.

Представление открытой отчетности даст возможность предприятию продемонстрировать:

- следование принципам устойчивого развития;
- стремление к повышению экоэффективности работы предприятия;

- прогрессивность подходов к управлению;
- совершенствование оперативного и стратегического управления.

А также это обеспечит предприятию:

- укрепление репутации;
- доверие инвесторов, поставщиков и покупателей;
- преимущество на рынках;
- возможность привлекать и удерживать квалифицированный персонал.

Открытая отчетность обеспечивает возможность продемонстрировать эффективность работы по охране окружающей среды и сформировать общественное мнение о предприятии как об экологически ответственном производителе. Что в свою очередь позволит повысить объем продаж продукции предприятия.

Литература

1. ISO 9001:2015 Quality management systems. Requirements. ISO, 2015.
2. ИСО 8402:1994 (E/F/R). Качество. Словарь // В сб. «ИСО 9000. Международные стандарты», 1995. – Т. 2.
3. Плущевский М.Б. Око земное – образ стандартософии как науки наук XX века // Стандарты и качество. – 1993. – № 3. – С. 45.
4. Плущевский М.Б. В защиту и в развитие стандартософии // Стандарты и качество. – 1996. – № 8. – С. 19.
5. Преобразование нашего мира: повестка дня в области устойчивого развития на период до 2030 года. Резолюция, принятая Генеральной Ассамблеей ООН, 25.09.2015, 44 с., [Электронный ресурс] http://www.un.org/ru/ga/70/docs/70res_nocte.shtml.
6. ISO 14001:2015 Environmental management systems - Requirements with guidance for use, ISO, 2015.
7. ISO 14004:2015 Environmental management systems – General guidelines on implementation.
8. ISO 50001:2011 Energy management systems. Requirements with guidance for use, ISO, 2011.
9. ISO 50002:2014 Energy audits. Requirements with guidance for use, ISO, 2014.
10. ISO 26000:2010 Guidance on social responsibility, ISO, 2010.
11. IWA 26: 2017 Using ISO 26000:2010, ISO, 2017.
12. Руководство по отчетности в области устойчивого развития G4 [Электронный ресурс] <https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/Russian-G4-Part-One.pdf>.
13. Sustainability Topics for Sectors: What do stakeholders want to know? [Электронный ресурс] <https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/sustainability-topics.pdf>.
14. Галкина Е.Е., Малько Е.В. Представление открытой отчетности – элемент конкурентной концепции стратегического маркетинга / Вестник Московского авиационного института. 2008. Том 15, С. 45–49.

Ecological Responsibility of Business and the Open Reporting as the Factors Influencing Competitiveness of Production in the Market

E.E. Galkina, candidate of economics, Moscow aviation institute (National research university); Moscow

e-mail: mai503@yandex.ru

M.I. Daynov, candidate of technical sciences, professor, Moscow aviation institute (National research university); Moscow

L.I. Malko, candidate of technical sciences, associate professor, Moscow aviation institute (National research university); Moscow

Summary. Modern society assesses the quality of products in many respects, one of which, in an environmental crisis, is the negative impact on the environment in the production process. Thus, the environmental responsibility of the enterprise becomes a factor that must be carefully evaluated by investors, partners, consumers, the public. To increase its environmental efficiency, an enterprise can, having implemented ISO standards for environmental management, energy efficiency management, and social responsibility management in the management system. The Global Reporting Initiative (GRI) proposes companies to report on their environmental performance through structured GRI reports. Presenting such reports today becomes an element of marketing the enterprise's products on the market.

Keywords: environmental pollution, public demands, environmental producer responsibility, social responsibility, ISO standards for management systems, open reporting on GRI standards.

References:

1. Standard ISO 9001:2015 Quality management systems. Requirements. ISO, 2015.
2. ISO 8402: 1994 (E / F / R). Quality. Dictionary. In the collection «ISO 9000. International Standards» 1995, V. 2.
3. Plushchevsky M.B. The eye of the earth is the image of the standard of sophistication as the science of the sciences of the 20th century. *Standards and quality*. 1993, No. 3, p. 45.
4. Plushchevsky M.B. In defense and in the development of the standard of theosophy. *Standards and quality*. 1996, No. 8, p. 19.
5. Transformation of our world: an agenda for sustainable development for the period until 2030. *Resolution adopted by the UN General Assembly*. September 25, 2015, 44 p. Available at: http://www.un.org/ru/ga/70/docs/70res_nocte.shtml.
6. Standard ISO 14001:2015 Environmental management systems – Requirements with guidance for use. ISO, 2015.
7. Standard ISO 14004:2015 Environmental management systems – General guidelines on implementation.
8. Standard ISO 50001:2011 Energy management systems. Requirements with guidance for use. ISO, 2011.
9. Standard ISO 50002:2014 Energy audits. Requirements with guidance for use. ISO, 2014.
10. Standard ISO 26000:2010 Guidance on social responsibility. ISO, 2010.
11. Standard IWA 26: 2017 Using ISO 26000:2010. ISO, 2017.
12. Guidelines for reporting on sustainable development G4 Available at: <https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/Russian-G4-Part-One.pdf>.
13. Sustainability Topics for Sectors: What do stakeholders want to know? Available at: <https://www.globalreporting.org/resourcelibrary/sustainability-topics.pdf>.
14. Galkina E.E., Malko E.V. The presentation of open reporting is an element of the competitive concept of strategic marketing. *Bulletin of the Moscow Aviation Institute*. 2008, Volume 15, p. 45–49.



Журнал приглашает к сотрудничеству по следующим направлениям:

• Тематический номер

С 2019 года журнал планирует продолжить выпуск номеров, посвященных какой-либо отдельной учебной или научной организации. В таком выпуске предполагается размещение информации о самой организации (история создания, достижения и пр.) и научных статей, написанных ее сотрудниками. Предложения о сотрудничестве просим направлять не менее, чем за полгода до предполагаемого выпуска.

• Информационно-рекламный блок

С 2019 года планируется ввести на постоянной основе размещение материалов информационного и рекламного характера на 3-й странице обложки журнала. Предполагается, что материалы будут не только нести читателям информацию о каком-либо товаре, предприятии или организации, но и иллюстрировать практическое применение идей повышения качества, конкурентоспособности, экологичности и ресурсосбережения.

Правила для авторов

1. Журнал публикует статьи фундаментального и прикладного характера по проблемам качества.
2. Рукопись, напечатанная через два интервала с размером шрифта 12 пт, предоставляется в редакцию с иллюстрациями, графиками, формулами на одной стороне бумаги формата А4 и в электронной версии в формате MsWord. Все страницы рукописи с вложенными таблицами и рисунками должны быть пронумерованы. (При отсутствии возможности предоставления распечатки можно отсканировать распечатку «как картинку» и отправить этот файл по электронной почте).
3. Рукопись должна включать в себя:
 - название статьи;
 - фамилии и инициалы авторов, их ученые степени, звания и места работы;
 - резюме объемом не более 15 строк;
 - ключевые слова;
 - текст статьи с иллюстрациями, графиками и т.п.
 - список литературы и источников, оформленный в соответствии с ГОСТ.
4. Графический материал: рисунки, фотографии и т.п. необходимо предоставить в двух видах – вставленными в текст статьи (см. п. 2) и в отдельных файлах форматов TIFF, EPS, JPG с разрешением не менее 300 dpi.
5. Ссылки на литературные источники даются по тексту статьи в квадратных скобках.
6. Необходимо указать контактные данные лица, с которым будет вестись переписка (фамилия, имя, отчество, место работы, должность, почтовый и электронный адреса, телефон).

За более подробной информацией просим обращаться по контактам редакции журнала:

тел.: (499) 236-15-36

e-mail: ql-mail@mail.ru

**Группы
специальностей
журнала:**

- **Машиностроение
и машиноведение (05.02)**
- **Транспорт (05.22)**
- **Безопасность
деятельности
человека (05.26)**

