

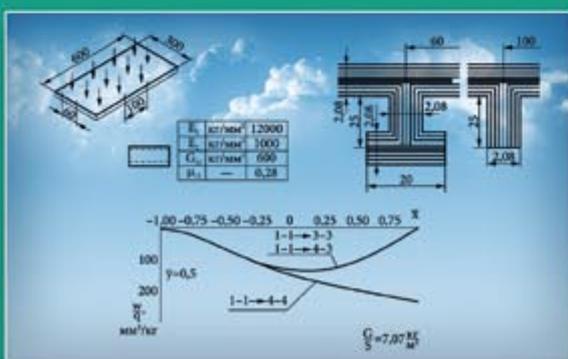


КАЧЕСТВО и ЖИЗНЬ

Авиация – это таран, проламывающий стену незнания для других наук.

А.Н. Туполев

ТЕМА НОМЕРА:
Авиация



ПКМ
микро роботы
НДС
поток
здоровье
эко туризм
оптимизация



ПОГОСЯН

Михаил Асланович

**РЕКТОР МОСКОВСКОГО АВИАЦИОННОГО ИНСТИТУТА,
академик Российской академии наук,
председатель Комиссии по развитию образования
и науки Общественной палаты Российской Федерации
действительный член Академии проблем качества**

СОДЕРЖАНИЕ

Учредители:

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

КАЧЕСТВО И ЖИЗНЬ

Научно-производственный
культурно-образовательный журнал

2017 № 3(15)

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. Безъязычный, 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. Гуса-
ков, 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. Окреплов, 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.;
Ю.А. Рыжов, д.т.н., проф., акад. РАН;
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: (495) 330-7166, e-mail: apq_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 12.09.2017

Бумага мелованная. Заказ № 221063

Формат 60×90/8

Гарнитура PragmaticaC, Minion Pro

Печать офсетная

Тираж 900 экз.

Отпечатано в типографии

ООО «Вива-Стар», г. Москва

Иллюстративный материал для первой, второй и
третьей обложек предоставлен Московским авиаци-
онным институтом (НИУ)

Мнение авторов статей может не совпадать с мнени-
ем редакции. Перепечатка материалов, а также
полное или частичное воспроизведение их в элек-
тронном виде возможны только с письменного раз-
решения издателя. Ссылка на журнал обязательна

Погосян М.А.

**Современное инженерное образование: проблемы и перспективы
на примере стратегии развития Московского авиационного
института3**

ТРАНСПОРТ. АВИАЦИЯ

Нагаев В.Ю., Фирсов Л.Л., Яценко А.С., Юргенсон С.А.

**Особенности построения системы менеджмента качества
для авиационных изделий из полимерных композиционных
материалов5**

Nagaev V.Yu., Firsov L.L., Yatsenko A.S., Yurgenson S.A.

**Features of Creation of a Quality Management System for Aviation Products
from Polymeric Composite Materials**

Арувелли С.В., Долгов О.С.

**Требования и условия эксплуатации авиационных систем
доставки грузов в труднодоступные районы 11**

Aruvelli S.V., Dolgov O.S.

**Requirements and Operating Conditions of Aviation Cargo Delivery Systems
to the Hard-to-Reach Areas**

Лавро Н.А., Вовк Т.Ф., Евланов А.В., Ледовских И.В.

**Конструкции из полимерных композиционных материалов
в самолетах-амфибиях типа Бе-200 16**

Lavro N.A., Vovk T.F., Evlanov A.V., Ledovskikh I.V.

Designs from Polymeric Composite Materials in Be-200 Amphibians

Бойцов Б.В., Гавва Л.М.

**Параметрический анализ напряженно-деформированного
состояния конструктивно-анизотропных панелей
из композиционных материалов. Решение краевых задач 19**

Boytsov B.V., Gavva L.M.

**The Parametrical Analysis of the Intense Deformed Condition
of Constructive and Anisotropic Panels from Composite Materials.
Solution of Regional Tasks**

Матвеев А.М., Мищенко В.Ю., Пугачев Ю.Н., Чаплыгин В.Я.

Экструзионная головка с регулировкой формирующего зазора 25

Matveenko A.M., Mischenko V.Yu., Pugachev Yu.N., Chaplugin V.Ya.

Extrusive Head with Adjustment of the Forming a Gap

ТРАНСПОРТ. УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ПЕРЕВОЗОК

Галайдо Н.Е., Демакина Е.С., Панкрушкин А.С., Поготовкина Н.С.

**Влияние системы «Платон» на себестоимость грузовых
автомобильных перевозок 28**

Galaydo N.E., Demakhina E.S., Pankrushkin A.S., Pogotovkina N.S.

**Influence of the Platon System on Cost Value of Freight Automobile
Transportations**

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

Князев А.Н., Строгонова Л.Б., Литвина Д.В.

**Система поддержки принятия решений для повышения качества
медицинского контроля в межпланетных пилотируемых
космических полетах 33**

Knyazev A.N., Strogonova L.B., Litvina D.V.

**The System of Support of Decision-Making for Improvement of Quality
of Medical Control in the Interplanetary Piloted Space Flights**

Серета Н.А.

**Семейства кривошипно-коромысловых механизмов с функцией
угла передачи, изменяющейся по комбинированному закону 40**

Sereda N.A.

**Groups of the Crank-Beam Mechanisms with the Function
of the Transmission Angle, Changing on the Combined Law**

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

В.А. Лapidус

Менеджмент качества в системе корпоративного управления 46

Lapidus V.A.

Quality Management in System of Corporate Management

Еманаков И.В., Овчинников С.А., Грудзинский П.В.

Выявление и анализ потерь при внедрении бережливого производства на промышленных предприятиях 56

Emanakov I.V., Ovchinnikov S.A., Grudzinskiy P.V.

Identification and the Analysis of Losses at Introduction of Lean Manufacturing at the Industrial Enterprises

Куприков Н.М.

О перспективах деятельности технического комитета по стандартизации №187 «Проведение исследований в полярных регионах» 60

Kuprikov N.M.

About Activity of Technical Committee on Standardization No. 187 «Carrying Out Researches in Polar Regions»

Янсаитова М.И., Шехтман С.Р.

Метрологическая экспертиза технической документации, используемой при технологическом процессе покрытий, получаемых осаждением из вакуумно-дугового разряда 63

Yansaitova M.I., Shekhtman S.R.

Metrological Examination of Engineering Documentation, Used at Technological Process of the Coverings, Received by Sedimentation from the Vacuum and Arc Discharge

Новиков А.Н., Дубинский А.Р.

Цифровое производство – как не отстать от промышленной революции..... 67

Novikov A.N., Dubinsky A.R.

Digital Manufacturing – How to Keep up with the Industrial Revolution»

БЕЗОПАСНОСТЬ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЧЕЛОВЕКА

Журавлева И.В.

Окружающая среда и здоровье человека 69

Zhuravleva I.V.

Environment and Human Health

Козлов А.Т., Цыплухина Ю.В., Манченко Е.В.

Роль рекреационных зон в формировании здоровья человека 76

Kozlov A.T., Tsyplukhina Yu.V., Manchenko E.V.

Role of Recreational Zones in Formation of Human Health

Попова Н.В., Калихова С.О.

Состояние и перспектива развития туристического кластера в Астраханской области 79

Popova N.V., Kalikhova S.O.

Status and Perspective of Development of a Tourist Cluster in the Astrakhan Region

Омельченко А.Д.

Развитие сельского туризма на принципах экотуризма как фактор повышения жизни населения региона 82

Omelchenko A.D.

The Development of Rural Tourism on the Principles of Eco-Tourism as a Factor of Improvement of Life of the Population of the Region

Грибанов Д.Д., Верещагин С.Б.

Конструктивные способы обеспечения комфорта и экологической безопасности водителя и пассажиров в условиях высоких температур ☒ 86

Gribanov D.D., Vereshchagin S.B.

Constructive Ways of Ensuring Comfort and Ecological Safety of the Driver and Passengers in the Conditions of High Temperatures

Манаева А.Р.

Анализ пожарной опасности объектов социального назначения с использованием в качестве напольных покрытий линолеумов на основе поливинилхлорида 89

Manaeva A.R.

The Analysis of fire Danger of Social Facilities with Use as Floor Coverings of Linoleum on the Basis of Polyvinyl Chloride

Манаева А.Р.

Применение рентгеноструктурного анализа при определении компонентного состава в моделях терморазрушения 92

Manaeva A.R.

Application of the X-Ray Diffraction Analysis when Determining Component Structure in Thermo Destruction Models

Седанкин М.К., Хворостов С.А., Дмитриева Н.С., Чупина Д.Н.

Применение капсульного миниробота в медицине..... 96

Sedankin M.K., Khvorostov S.A., Dmitrieva N.S., Chupina D.N.

Application of the Capsular Minirobot in Medicine

Современное инженерное образование: проблемы и перспективы на примере стратегии развития Московского авиационного института



Михаил Погосян,

*ректор Московского авиационного института,
академик Российской академии наук,
председатель Комиссии по развитию образования и науки
Общественной палаты Российской Федерации,
действительный член Академии проблем качества*

Московский авиационный институт – один из крупнейших инженерных университетов, в котором сегодня обучаются около 22 тысяч студентов. МАИ уникален: здесь ведется подготовка по всем направлениям создания аэрокосмической техники и другим высокотехнологичным направлениям, таким как информационные технологии, телекоммуникационные системы, новые материалы и новые промышленные технологии, а также технологии для медицины. Так что у нас есть все возможности, чтобы предлагать комплексные решения.

Сегодня университеты меняются. Современный вуз – это центр опережающего развития, генерации новых технологий и идей на основе качественного фундаментального образования. Эти преобразования начались в постиндустриальном мире в конце XX – начале XXI века. Сейчас развивается идеология вузов третьего поколения: это уже не региональные учебные заведения и не университеты, которые поддерживает государство, а международные центры исследований на глобальном рынке. Лицо вуза сегодня определяют научные центры. Думаю, что сегодняшние современные университеты высоких технологий завтра могут котируются на рынке ценных бумаг так же, как сейчас котируются различные компании.

Раньше знания обновлялись через 7–10 лет. По сравнению с сегодняшним днем, технологическая база менялась довольно медленно. Сейчас технологии развиваются по J-образной кривой, каждые два года все меняется. Если вы благополучно учились 4–5 лет и не получили технических и практических навыков, то вся теория, которой вас учили, устаревает к окончанию вами университета. Нужно по-

стоянно совершенствоваться. Надо заметить, это касается всех: и инженеров-конструкторов, и производственного персонала.

В итоге выигрывает тот вуз, который сумеет построить систему постоянного образования в течение всей профессиональной жизни специалиста. Сегодня одна из проблем на рынке труда – это не возраст кадров, а недостаточное развитие процессов непрерывного образования, повышения квалификации.

Мы должны создать систему развития талантов, центры опережающего развития и генерации новых технологий. Центры научных исследований, которые определяют сегодня лицо современного университета, должны работать по задачам промышленности. Со студенческой скамьи ребята начинают работать над реальными проектами, попадая в обстановку будущей профессии. С учетом стремительного роста темпов развития новых технологий мы формируем на базе МАИ систему непрерывного образования на протяжении всей профессиональной деятельности специалистов высокотехнологичных отраслей.

Система высшего образования сегодня не может существовать в отрыве от общеобразовательной школы. Начинать надо со школы, и мы очень активно работаем в этом направлении. В Москве у нас есть действующие проекты инженерных классов. Так постепенно престиж инженерных специальностей растет.

Считаю, что должна быть создана система, обеспечивающая возможность постоянного повышения квалификации: один из глобальных дефицитов в стране, как это ни парадоксально при огромном

количестве менеджеров, выпускаемых университетами, – низкие управленческие компетенции. Нужны управленцы, которые разбираются в том, чем они управляют. Отнюдь не все могут стать эффективными управленцами, стать таковыми – это тоже талант. Примерно 5...7% от общей массы студентов могут в перспективе управлять комплексными высокотехнологичными программами. Мы нацелены на то, чтобы выявлять и развивать в своей среде людей, которые одновременно обладают и специализированными инженерными знаниями, и способны организовать процесс, опираясь на эти знания. Именно для этого во взаимодействии с крупнейшими корпорациями, такими как ОАК, ОДК, ОСК мы создаем Школу управления МАИ. Определенно есть запрос от промышленности на организацию специальных программ повышения эффективности для управленцев.

Сегодня высокотехнологичный продукт – это не просто изделие – самолет, вертолет или двигатель. В современном мире продукт – это набор сервисов, сопровождающий технику на протяжении всего ее жизненного цикла. Это кардинально меняет подход к профильному образованию. Нам нужен существенно больший спектр компетенций в арсенале наших выпускников, чем 20–30 лет назад, и мы работаем над новыми программами подготовки. Сегодня нужно учить управлению жизненным циклом продукта, использованию современных передовых подходов и технологий, организации стартапов – нужно интегрировать студентов в решение конкретных задач промышленности через университетские центры научных исследований. Такие центры становятся базисом и для развития материальной базы вуза.

Чтобы запараллелить процесс обучения и процесс получения практических навыков, нужно реализовывать конкретные задачи. Поэтому требуется знать потребности корпоративных клиентов и от них получать задачи в процессе обучения. Для того чтобы готовить новые продукты, новые технологии, нужно быть в тесном контакте с профильными партнерами: ОАК, Роскосмосом, Ростехом, КТРВ, Росатомом, Роснано, Агентством стратегических инициатив и другими, с ними мы имеем устойчивые отношения.

Сегодня образование выходит за границы стран. Если раньше корпорации закрывали свои новые наработки и создавали под себя собственные исследовательские подразделения, то сегодня мир так быстро развивается, что уже ни одна компания не ставит перед собой такие задачи. Она стремится и свои технологии продать кому-нибудь, и других интегрировать в свои разработки. Они стали более открытыми, и вузы в такой конфигурации тоже становятся местом кооперации.

Сейчас у нас обучаются более 1100 иностранных студентов. Мы ставим задачу существенно увеличить количество иностранных обучающихся в МАИ. Для этого мы развернули новые программы с Китаем, Индией, Белоруссией, Казахстаном

и рядом других стран. Например, совместно с Шанхайским транспортным университетом открываем англоязычную магистратуру по авиастроению и двигателестроению.

Мы развиваем контакты и с западными вузами. Есть определенные наработки с МПТ и с рядом университетов Германии, Франции, Австрии.

В существующих специальных рейтингах вузов по трудоустройству и уровню зарплат выпускников МАИ находится на ведущих позициях. Так, по уровню средней заработной платы окончивших университет МАИ уверенно входит в первую десятку рейтинга среди технических вузов Москвы: наши выпускники получали в 2015 году в среднем по 55 тысяч рублей в месяц.

По показателю востребованности выпускников мы находимся на хорошем уровне: 80...85% устроились на работу, связанную со специальностью. Наши выпускники являются специалистами, приспособленными для решения задач. И если взять аэрокосмическую отрасль, то они в ней доминируют. К слову, из МАИ вышло 23 космонавта, мы занимаем 2-е место в мире по этому показателю среди гражданских университетов.

Мы, как вуз, не просто предлагаем нашим партнерам-работодателям выпускников, ведь если ребята придут работать на предприятия с консервативной средой, им будет трудно раскрыться и развиваться дальше. Мы пытаемся через совместные программы дополнительного образования и Школу управления изменить среду на самих этих предприятиях, делая ее более открытой для обмена опытом и получения новых знаний для решения задач. Таким образом, у специалистов появилась возможность обсуждать процессы, которые происходят не только в их зачастую замкнутой среде, но и в смежных областях.

МАИ включен в ряд крупных научно-технических программ и проектов, в том числе международных, широкофюзеляжный дальнемагистральный самолет (ШФДМС), например. Есть специальная рабочая группа между ОАК, СОМАС и МАИ, в рамках которой мы проводим исследования. Мы не занимаемся непосредственно разработкой проекта, мы предлагаем перечень научных направлений, которые надо развивать, чтобы проект был успешным.

В настоящее время в рамках мероприятий по реализации Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ от 1 декабря 2016 года, мы участвуем в формировании комплексной научно-технической программы полного инновационного цикла «Комплексное развитие интеллектуальных транспортных и телекоммуникационных систем России». Это масштабная задача, для решения которой необходимо обеспечить практическое применение, коммерциализацию научных знаний, их использование для создания востребованных рынком продуктов и технологий. Таким образом, МАИ работает на стратегическую перспективу.



Особенности построения системы менеджмента качества для авиационных изделий из полимерных композиционных материалов

В.Ю. Нагаев

инженер лаборатории «Композиционные материалы» кафедры «Проектирование самолетов» Московского авиационного института (НИУ); Москва

Л.Л. Фирсов

начальник лаборатории «Композиционные материалы» кафедры «Проектирование самолетов» Московского авиационного института (НИУ); Москва

А.С. Яценко

инженер лаборатории «Композиционные материалы» кафедры «Проектирование самолетов» Московского авиационного института (НИУ); Москва

С.А. Юргенсон

к.т.н., инженер 2 категории лаборатории «Композиционные материалы» кафедры «Проектирование самолетов» Московского авиационного института (НИУ); Москва

e-mail: sjurg@yandex.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрены особенности построения системы менеджмента качества для авиационных изделий из полимерных композиционных материалов в РФ, которая может повысить конкурентоспособность производимой продукции и облегчить ее выход на международные рынки; сформирован пакет нормативной документации, необходимой для ее формирования.

Ключевые слова: система менеджмента качества, полимерные композиционные материалы, авиационные изделия.

В эпоху глобализации рынков производить продукцию с уникальными свойствами становится все труднее. Все большее количество предприятий различных отраслей выпускает продукцию с похо-

жими характеристиками. В условиях жесткой конкуренции привычные методы привлечения потребителя, такие как новые технологии, более низкие цены, гарантии, становятся схожими, что затрудняет решение данной проблемы. Поэтому для формирования доверия к своей продукции у потребителя компании разрабатывают системы менеджмента качества (СМК) своих предприятий. Наличие сертификата СМК подтверждает способность организации работать в условиях постоянного улучшения качества своей продукции. Сертификаты СМК, выдаваемые третьей независимой стороной, создают базу для получения конкурентоспособных преимуществ, поскольку являются подтверждением того, что СМК организации соответствует требованиям стандарта ГОСТ Р ИСО 9001.

Однако в высокотехнологичных отраслях промышленности, например таких, как авиастроение, соблюдения требований стандарта ГОСТ Р ИСО 9001 недостаточно для всесторонней оценки поставщика, поскольку в отношении авиационных конструкций они носят общий характер и не позволяют обеспечить необходимый уровень качества.

В связи с этим за рубежом были разработаны комплексы стандартов, отражающие отраслевую специфику и предъявляющие дополнительные (по отношению к ИСО 9001) требования к СМК. Для авиакосмической промышленности, в частности, это стандарты AS 9100.

Известно, что на сегодняшний день одним из основных факторов, обуславливающих развитие авиационной и космической техники, является уровень развития технологий и материалов, используемых для ее изготовления. Одним из наиболее значимых материалов здесь являются полимерные композиционные материалы (ПКМ) на основе армирующих наполнителей, поскольку отличаются более высокими удельными упругопрочностными свойствами по сравнению с металлами (табл. 1). И если ранее в конструкциях планера ПКМ использовались сравнительно редко (рис. 1), то сейчас накопленный опыт их использования позволяет изготавливать из них не только вспомогательные, но и высоконагруженные элементы конструкций летательных аппаратов (ЛА). В связи с этим к конструкциям из ПКМ предъяв-

Таблица 1.

Сравнение свойств материалов

Тип материала	Прочность, МПа	Модуль упругости, ГПа	Плотность, г/см ³
Композит на основе углеродного среднепрочного волокна УВ СПУ (<i>S – Strength</i>)	1900	135	1,6
Композит на основе углеродного высокопрочного волокна УВ ВПУ (<i>HS – High Strength</i>)	3000	154	1,6
Композит на основе углеродного высокомодульного волокна УВ ВМУ (<i>HM – High Modulus</i>)	2400	>230	1,6
Композит на основе стекловолокна S класса СВ-S	870	40	1,8
Алюминиевый сплав (2024-T4)	450	73	2,7
Титан	950	110	4,5
Малоуглеродистая сталь (55 сорт)	450	205	7,8
Нержавеющая сталь (А5-80)	800	196	7,8
Быстрорежущая сталь (17/4 Н900)	1241	197	7,8

ляются дополнительные требования по безопасности и надежности.

Анализ данных применения ПКМ в авиационной промышленности показывает, что наблюдается тенденция значительного увеличения их использования при изготовлении современных ЛА. Это обусловлено меньшим весом ПКМ по сравнению с металлами, что позволяет снизить вес сухого ЛА при сохранении его тактико-технических характеристик. Так, если 30 лет назад ПКМ составляли до 15% от массы ЛА, то сейчас их доля в планере широкофюзеляжного самолета может составлять до 50%, а в спортивных ЛА – до 80% от общей массы.

В связи с этим были разработаны гармонизированные национальные стандарты по СМК в авиационной промышленности ГОСТ Р ЕН 9100

и ГОСТ Р ЕН 9120 на основе зарубежных стандартов серии *AS/EN 9100*, отражающие отраслевую специфику и предъявляющие дополнительные требования к СМК.

Стандарт ГОСТ Р ЕН 9100–2011 «Системы менеджмента качества. Организации авиационной, космической и оборонных отраслей промышленности. Требования» (на базе стандарта *AS/EN 9100:2009*) содержит требования ГОСТ Р ИСО 9001, а также дополнения к ним, отражающие специфику обеспечения качества на всех стадиях жизненного цикла продукции авиационной, космической и оборонных отраслей промышленности. При создании и оценке СМК организаций приведенных отраслей промышленности необходимо использовать совокупность требований ГОСТ Р ИСО 9001 и дополнений к ним. Стандарт необходимо применять организациям, выполняющим работы, которые влияют или могут повлиять на характеристики или соответствие продукции установленным требованиям. Стандарт может быть использован для совершенствования деятельности предприятий (организаций), в том числе в целях выхода на международные рынки, а также для сертификации и периодического аудита созданных на этих предприятиях систем менеджмента качества.

Стандарт ГОСТ Р ЕН 9120–2011 «Системы менеджмента качества. Организации авиационной, космической и оборонных отраслей промышленности. Требования к дистрибьюторам продукции» (на базе стандарта *AS/EN 9120:2010*) устанавливает единые требования к СМК предприятий и организаций, осуществляющих приобретение и реализацию материалов, полуфабрикатов, деталей и отдельных агрегатов, используемых в производстве, ремонте и обслуживании соответствующего вида техники. К их

academquality.ru, qi-journal.ru

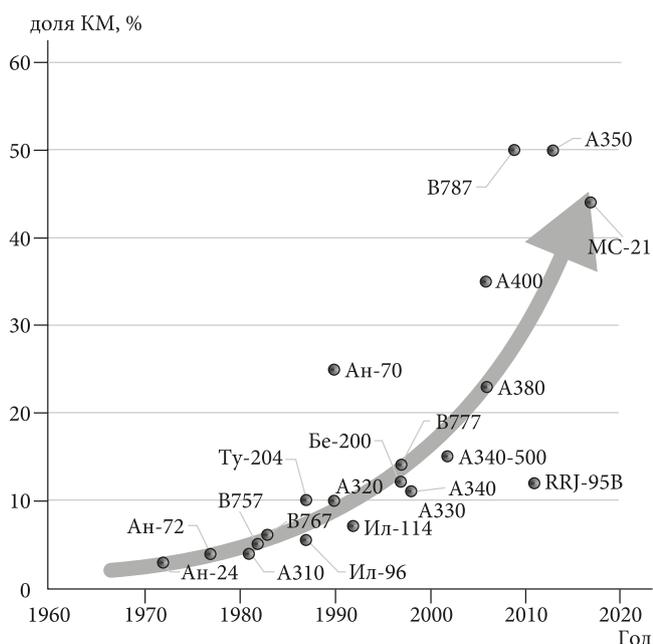


Рис. 1. Доля ПКМ в гражданских ВС



числу также относятся *организации, приобретающие продукцию* (например, исходные компоненты для создания полимерных композиционных материалов) и *разделяющие ее на небольшие партии для перепродажи потребителям*. Стандарт ГОСТ Р ЕН 9120 – 2011 может быть применен для совершенствования деятельности *предприятий и организаций, осуществляющих материально-техническое снабжение производителей, эксплуатантов и ремонтных организаций по всему миру*.

Кроме того, данные стандарты позволяют гармонизировать отечественные требования к СМК предприятий с требованиями зарубежных норм и правил, что облегчает выход на международные рынки и процессы сертификации.

На сегодняшний день при планировании создания новых ЛА наблюдается тенденция в предъявлении требований разработчиков и производителей к своим поставщикам в части сертификации их специальных технологических процессов (СПТП).

Согласно ГОСТ РВ 0015-002-2012, СПТП – технологический процесс, результат выполнения которого не может быть оценен последующим мониторингом или измерениями, из-за чего недостатки становятся очевидными только после начала использования продукции (предоставления услуги).

Производство ПКМ относится к СПТП, что затрудняет сертификацию и, как следствие, возрастает цена на конечный продукт.

В последние годы аэрокосмическая промышленность, NASA и FAA совместно разработали экономически эффективный метод классификации систем композиционных материалов путем обмена базами данных о квалификации материалов, такими как MIL-HDBK-17 и AGATE (*Advanced General Aviation Transport Experiment*). Используя общие базы данных, производитель может выбрать одобренную систему композитных материалов для изготовления требуемых деталей и проверки с помощью небольшого количества тестирований. Для материалов, принимаемых в эти общие базы данных, сырье требуется изготовить в соответствии со спецификацией материала, которая устанавливает контроль основных характеристик (физических, химических и механических свойств), и обработка осуществляется в соответствии со спецификацией процесса, которая контролирует ключевые характеристики (параметры обработки).

Как известно, при производстве конструкций из КМ с заданными физико-механическими характеристиками (ФМХ) имеется ряд особенностей:

- свойства КМ формируются в процессе производства конкретной конструкции;

- без учета особенностей технологии производства нельзя правильно назначить требования к КМ (как к конструкционному материалу) и тем более к самой конструкции.

Использование данных документов позволяет учесть названные особенности и требования пункта 605 «Технология производства» авиационных правил (АП-23, АП-25, АП-27, АП-29). Важным моментом является то, что это позволяет не только контролировать наличие технологической документации (ТД), но и регулирует постоянство необходимого качества изготовления конструкций при использовании данной ТД, т.е. обеспечивает высокую воспроизводимость и сведение к минимуму изменчивости материала.

Особенность рассматриваемого подхода заключается в том, что в спецификациях процесса и материала описывается, помимо подробного технологического процесса, также оборудование, которое должно быть использовано. Этот факт создает уверенность в том, что все изделия, изготовленные по спецификации процесса, из материалов, соответствующих спецификации материала, будут обладать аналогичными ФМХ.

Для создания спецификаций материалов и процессов возможно использование ряда документов, разработанных FAA, в которых изложены руководящие принципы и рекомендуемые критерии по их созданию:

- DOT/FAA/AR-02/109 «*Guidelines and Recommended Criteria for the Development of a Material Specification for Carbon Fiber/Epoxy Unidirectional Prepregs*»;
- DOT/FAA/AR-02/110 «*Guidelines for the Development of Process Specifications, Instructions, and Controls for the Fabrication of Fiber-Reinforced Polymer Composites*»;
- DOT/FAA/AR-03/19 «*Material Qualification and Equivalency for Polymer Matrix Composite Material Systems: Updated Procedure*»;
- DOT/FAA/AR-02/121 «*Guidelines for Analysis, Testing, and Nondestructive Inspection of Impact-Damaged Composite Sandwich Structures*»;
- DOT/FAA/AR-03/53 «*Effects of Surface Preparation on the Long-Term Durability of Adhesively Bonded Composite Joints*»;
- DOT/FAA/AR-03/74 «*Bonded Repair of Aircraft Composite Sandwich Structures*»;
- DOT/FAA/AR-05/13 «*Assessment of Industry Practices for Aircraft Bonded Joints and Structures*».

Существует не так много специфических правил для сертификации ВС из КМ. В отсутствие конкретных сводных правил для применения КМ необходимо показать, что их использование в отношении любого регулирования не снижает уровня безопасности в сравнении с металлами.

Поскольку метод показа соответствия требованиям не всегда очевиден, чтобы помочь заявителям, агентства летной годности разработали рекомендации, известные как «консультативные циркуляры (АС)», которые обеспечивают средства (но не единственные средства) обоснования. Основными здесь являются:

- AC 20-107B «Composite Aircraft Structure»;
- AC 23-20 «Acceptance Guidance on Material Procurement and Process Specifications for Polymer Matrix Composite Systems»;
- AC 27-1 «Certification of Normal Category Rotorcraft»;
- AC 29-2 «Certification of Transport Category Rotorcraft»;
- AC 29 MG 8 «Substantiation of Composite Rotorcraft Structure»;
- EASA AMC 20-29 «Composite Aircraft Structure».

В дополнение к АС, FAA также формирует заявления о политике (PS), касающиеся использования композитных материалов на воздушных судах. Здесь следует рассмотреть следующие документы:

- Memorandum, Rotorcraft Directorate Policy, Certification Secondary Composite Structure, dated October 28, 1998;
- PSACE100-2-18-1999 «Policy on Acceptability of Temperature Differential between Wet Glass Transition Temperature (T_gwet) and Maximum Operating Temperature (MOT) for Epoxy Matrix Composite Structure»;
- PS-ACE100-2001-006 «Static Strength Substantiation of Composite Airplane Structure»;
- PS-ACE100-2002-006 «Material Qualification and Equivalency for Polymer Matrix Composite Material Systems»;
- PS-ACE100-2004-10030 «Substantiation of Secondary Composite Structures»;
- PS-ACE100-2005-10038 «Bonded Joints and Structures-Technical Issues and Certification Considerations»;
- AIR100-2010-120-003 «Acceptance of Composite Specification and Design Values Developed using the NCAMP Process»;
- EASA CM-S-002, EASA CM-S-004 «Composite Materials – Shared Databases - Acceptance of Composite Specifications and Design Values Developed using the NCAMP Process»;
- PS-AIR-100-120-07 «Policy Memo on Guidance for Component Contractor Generated Composite Design Values for Composite Structure»;
- PS-AIR-20-130-01 «Bonded Repair Size Limits»;
- PS-ANM-25-20 «High-Energy Wide-Area Blunt Impact for Composite Structures».

Все материальные системы (например, препреги, клеи и т.д.) и компоненты (например, волок-

на, смолы и т.д.), используемые при изготовлении деталей ЛА, должны быть квалифицированы для обеспечения контроля композитных материалов и повторяющихся процессов. Оригинальная квалификация (*First Time Qualification*) материала обеспечивает репрезентативную совокупность данных ключевых свойств, которые используются для контрольных целей в непрерывном контроле материалов и процессов. Последующие незначительные изменения материалов и процессов потребуют дополнительного тестирования для установления эквивалентности исходным данным. Новая квалификация необходима для существенных изменений материалов и процессов или использования материалов-заменителей.

Квалификация материала является ключевым элементом процесса валидации. Именно во время квалификации композитный материал полностью определяется и охарактеризовывается. Квалификационные испытания планируются и проводятся с целью:

- определения ключевых атрибутов материала;
- установления эксплуатационных свойств материала;
- проверки характеристик материала, который будет работать в заданном режиме.

Целью определения атрибутов материала является установление пределов его прочности. Примерами данных атрибутов являются:

- содержание смолы;
- удельный вес волокна;
- отвержденная толщина слоя;
- объем волокна.

Эти атрибуты определяют материал и контролируют его получаемые эксплуатационные свойства. Другие атрибуты, которые часто упускают, связаны с физической структурой материала, что влияет на технологические характеристики. Примеры атрибутов этого типа включают:

- уровень волоконной проклейки и тип;
- уровень пропитки;
- метод пропитки смолой (термоплавкая пленка или раствор);
- ширина допуска;
- выбор материала подложки.

Есть и другие свойства, связанные с производительностью, имеющие непосредственное отношение к большинству привычных механических свойств. Несколько партий материала (обычно три) тестируются для установления изменчивости материала. Результаты, полученные из этих испытаний, используются для определения минимальных и максимальных значений в рамках спецификации материала.

Перед использованием композитов в структурных компонентах обычно разрабатывается



программа, в ходе которой оценивается производительность структуры. Этот процесс подтверждения структурных характеристик и долговечности составных компонентов обычно представляет собой сложное сочетание испытаний и анализа. Объем необходимых испытаний для подтверждения физико-механических характеристик композиционных материалов и изделий из них включает в себя десятки тысяч образцов, что приводит к значительным затратам. Как правило, методы анализа не позволяют адекватно прогнозировать результаты при каждом наборе условий. При комбинировании тестирования и анализа аналитические прогнозы проверяются с помощью теста, планы тестирования ориентируются на анализ, стоимость общих усилий снижается, а надежность повышается.

Суть этого подхода заключается в проведении анализа и соответствующих тестов на различных уровнях сложности структуры, часто начиная с малых образцов и продвигаясь через структурные элементы и детали, подкомпоненты, компоненты и, наконец, полномасштабный продукт (рис. 2). Каждый уровень основывается на знаниях, полученных на предыдущих, менее сложных уровнях. Этот процесс обоснования, использующий как тестирование, так и анализ в программе все более сложных уровней, стал известен как подход «Building Block».

Спецификации материалов и процессов, которые были использованы при производстве каждого из элементов воздушного судна на всех уровнях сложности структуры, входят в общий пакет нормативной документации (НД) и в дальнейшем используются в качестве сертификационной документации ВС.

Проверка соответствия технологической документации стандартам выполняется по программе стандартизации и аккредитации производителей в аэрокосмической и военной промышленности *National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program (Nadcap)*, которая осуществляется на основе специальных опросных ведомостей.

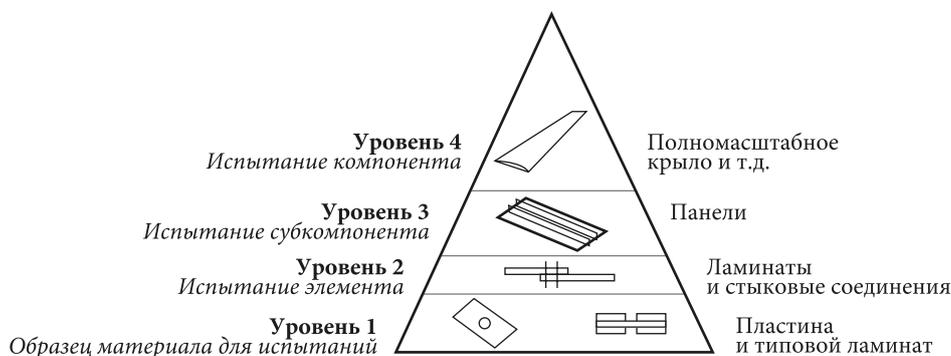


Рис. 2. Уровни подхода Building Block и примеры тестовых изделий

В итоге модель SMK (рис. 3) организации, производящей авиационные изделия из ПКМ, построенная с использованием предложенного пакета документов, должна быть основана на:

- общих требованиях ГОСТ Р ИСО 9001;
- требованиях стандартов ГОСТ Р ЕН 9100 и ГОСТ Р ЕН 9120, отражающих специфику обеспечения качества авиационной отрасли;
- требованиях сформированного пакета НД, регламентирующих создание спецификаций процессов и материалов.

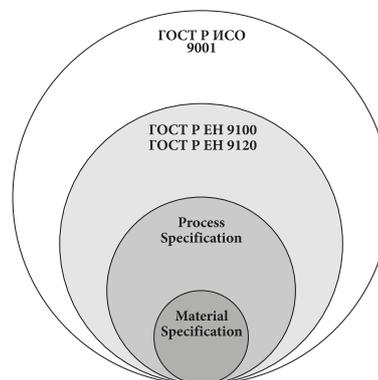


Рис. 3. Модель SMK

Таким образом, в рамках данного исследования был предложен пакет нормативной документации, использование которой в РФ для создания SMK авиационных изделий из ПКМ может обеспечить постоянство необходимого качества изготовления конструкций. Это позволит, поддерживая высокую воспроизводимость и минимальную изменчивость материала, значительно снизить стоимость и объем испытаний в процессе серийного производства за счет применения подхода «Building Block» и, повысив тем самым конкурентоспособность продукции, облегчить выход российской техники на международные рынки.

Литература

1. СМН-17. Composite Materials Handbook. V.3. Polymer matrix composites materials usage, design, and analysis. – 2009.

2. DOT/FAA/AR-02/109. Aviation Research. Guidelines and Recommended Criteria for the Development of a Material Specification for Carbon Fiber/Epoxy Unidirectional Prepregs / U.S. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. – Springfield, Virginia, March 2003. – 64 p.

3. DOT/FAA/AR-02/110. Aviation Research. Guidelines for the Development of Process Specifications, Instructions, and Controls for the Fabrication of Fiber-Reinforced Polymer Composites / U.S. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. – Springfield, Virginia, March 2003. – 48 p.

4. ГОСТ Р ИСО 9001 – 2015. Системы менеджмента качества. Требования. – М.: Стандартинформ, 2015. – 24 с.

5. ГОСТ Р ЕН 9100 – 2011. Системы менеджмента качества организаций авиационной, космической и оборонных отраслей промышленности. Требования. – М.: Стандартинформ, 2012. – 31 с.

6. ГОСТ Р ЕН 9120 – 2011. Системы менеджмента качества организаций авиационной, космической и оборонных отраслей промышленности. Требования к дистрибьютерам продукции. – М.: Стандартинформ, 2012. – 30 с.

7. Воробей В.В. Проектирование технологических процессов изготовления деталей и узлов двигателей летательных аппаратов из композиционных материалов: Учебное пособие / В.В. Воробей, В.Н. Ботышин. – М. Изд-во МАИ, 1992, – 77 с.

8. ГОСТ РВ 0015-002-2012. Система разработки и постановки на производство военной техники системы менеджмента качества. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2011. – 42 с.

9. «Российские нанокоспозиционные материалы: стратегия захвата рынков»: Доклад Генерального директора ЗАО «Холдинговая компания «Композит» Л.Б. Меламеда / Гайдаровский форум 2011 «Россия и мир: в поисках инновационной стратегии». – 17.03.2011.

10. Larry Ilcewicz. FAA Composite Guidance & Relevant Resource. Composite Safety Meeting & Workshop New Zealand / Federal Aviation Administration, – Wellington, New Zealand, – 01.04.2016.

Features of Creation of a Quality Management System for Aviation Products from Polymeric Composite Materials

V.Yu. Nagaev, engineer of laboratory «Composite materials» of the Department «Design of planes» of the Moscow aviation institute (National research university); Moscow

L.L. Firsov, head of laboratory «Composite materials» of the Department «Design of planes» of the

Moscow aviation institute (National research university); Moscow

A.S. Yatsenko, engineer of laboratory «Composite materials» of the Department «Design of planes» of the Moscow aviation institute (National research university); Moscow

S.A. Yurgenson, candidate of technical sciences, 2nd category engineer of laboratory «Composite materials» of the Department «Design of planes» of the Moscow aviation institute (National research university); Moscow

e-mail: sjurg@yandex.ru

Summary. In this article features of creation of a quality management system for aviation products from polymeric composite materials in the Russian Federation which can increase competitiveness of the made production are considered and facilitate her entry into the international markets; the package of the standard documentation necessary for her formation is created.

Keywords: quality management system, polymer composite materials, aviation products.

References:

1. CMH-17. Composite Materials Handbook. V.3. Polymer matrix composites materials usage, design, and analysis. 2009.

2. DOT/FAA/AR-02/109. Aviation Research. Guidelines and recommended criteria for the development of a material specification for carbon fiber. Epoxy Unidirectional Prepregs. U.S. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. March 2003. Springfield, Virginia, 64 p.

3. DOT/FAA/AR-02/110. Aviation Research. Guidelines for the development of process specifications, instructions, and controls for the fabrication of fiber-reinforced polymer composites. U.S. Department of Transportation. Federal Aviation Administration. March 2003. Springfield, Virginia, 48 p.

4. State Standard R ISO 9001 – 2015. Quality management system. Requirements. Standartinform. 2015. Moscow, 24 p.

5. State Standard R EN 9100 – 2011. Quality management system of the organization's aviation, space and defensive industries. Requirements. Standartinform. 2012. Moscow, 31 p.

6. State Standard R EN 9120 – 2011. Quality management system of the organization's aviation, space and defensive industries. Requirements to distributors of production. Standartinform. 2012. Moscow, 30 p.

7. Vorobey V.V., Botyashin V.N. Design of technological processes of production of details and knots of engines of aircraft from composite materials: Manual. Publishing house of the Moscow aviation institute. 1992. Moscow, 77 p.

8. State Standard RV 0015-002-2012. The system of development and statement on production of military equipment of a quality management system. General requirements. Standartinform. 2012. Moscow, 42 p.

9. Melamed L.B. «Russian nanocomposite materials: strategy of capture of the markets». Report of the general director of CJSC Kompozit Holding Company. Gaidar forum of 2011 «Russia and world: in search of innovative strategy» 17.03.2011.

10. Larry Ilcewicz. FAA Composite Guidance & Relevant Resource. Composite Safety Meeting & Workshop New Zealand. Federal Aviation Administration. Wellington, New Zealand 01.04.2016.



Требования и условия эксплуатации авиационных систем доставки грузов в труднодоступные районы



С.В. Арувелли

Московский авиационный институт (НИУ); Москва

e-mail: saruvelli@gmail.com



О.С. Долгов

д.т.н., профессор Московского авиационного института (НИУ); Москва

Аннотация. Необходимость освоения труднодоступных районов диктует специфические требования к системам доставки грузов. При проектировании таких систем нужно базироваться на инфраструктурных требованиях и ограничениях, накладываемых труднодоступными районами. В данной работе описаны и проанализированы основные требования и условия эксплуатации авиационных систем доставки грузов в труднодоступные районы.

Ключевые слова: авиационная система, требования, ограничения, условия, доставка грузов, труднодоступные районы.

Введение

В XXI веке происходит глобальное потепление и изменение климата Земли, геополитической ситуации в мире, в связи с чем при исследовании и освоении отдаленных территорий существует острая необходимость совершенствования методов развития транспортно-авиационной мобильности в труднодоступных районах.

Труднодоступные районы характеризуются тяжелыми инфраструктурно-климатическими ограничениями (широкий диапазон метеорологических условий, большой разброс температуры окружающей среды, в которой применяется система, влажность и атмосферное давление, сильный порывистый ветер, высокая облачность и осадки, низкая видимость, грозы), сложным рельефом местности, отсутствием или слаборазвитостью инфраструктуры. Эти условия не позволяют применять наземный транспорт или стандартную доставку по воздуху авиацией с осуществлением посадки в точке назначения,

поэтому необходимо формирование методологии развития и функционирования транспортной авиационной мобильности в труднодоступных районах.

Потребность в специализированных авиационных системах, разрабатываемых для доставки грузов в труднодоступные районы, актуальна во множестве областей применения: предотвращение аварийных ситуаций на гидроэлектростанциях и объектах, расположенных в горных районах, доставка грузов в районы стихийных бедствий, в горячие точки, арктические районы, обеспечение транспортно-монтажных работ в районах с затрудненным доступом обычными транспортными путями, оперативная поставка продуктов питания, товаров потребления и медикаментов, оборудования для научных исследований, запчастей для ремонта нефтегазового оборудования и др.

Выделим ряд наиболее критичных областей, нуждающихся в доставке грузов, которые имеют специфику в реализации транспортной операции в условиях отсутствующей или слаборазвитой инфраструктуры: Арктическая зона РФ и дальневосточные районы, находящиеся в условиях удаленности от населенных пунктов, высокогорные районы (условия сложного рельефа местности и погодных условий), большие зоны с лесным массивом, болотистые местности, объекты, окруженные большим количеством воды. Кроме того, специфика реализации логистики авиационной мобильности, которая в том числе вызвана географической обособленностью инфраструктуры этих районов, определяется очень широкой номенклатурой грузов (тяжелые и сверхтяжелые

грузы, дорогостоящее оборудование, медикаменты и продукты питания и т.д.).

Современные транспортные системы обеспечивают доставку грузов в условиях отсутствия инфраструктуры путем десантирования грузов, т.е. с помощью авиационной системы, представляющей собой компоновку «самолет + парашютная система». Такая компоновка позволяет оперативно выполнять транспортные операции и сокращает стоимость их проведения. Альтернативными вариантами являются использование самолетов-амфибий с возможностью посадки на водную поверхность, вертолетов и дирижаблей, которые имеют огромную грузоподъемность и возможность длительное время находиться в воздухе, не требуют взлетно-посадочных полос, гораздо более экономичны по расходу топлива и, следовательно, экологичны.

Однако применение традиционных парашютных систем не всегда обеспечивает требуемую вероятность выполнения полетного задания: высадки в горных условиях, в районах со сложным рельефом местности, в лесах, в условиях вечной мерзлоты (условия арктического базирования, торосы, льды). Успешность выполнения задания требует высокой точности десантирования, которая может быть обеспечена управляемой парашютно-грузовой системой для крупногабаритных и тяжелых грузов (от 1,5 до 3 т).

Возможность эксплуатации различных видов транспортных средств для доставки грузов в труднодоступные районы (рис. 1) зависит от инфраструктурно-климатических ограничений, требований по дальности перевозки и габаритно-массовых характеристик. В связи с эксплуатацией в сложных метеорологических условиях к процессу формирования облика авиационной

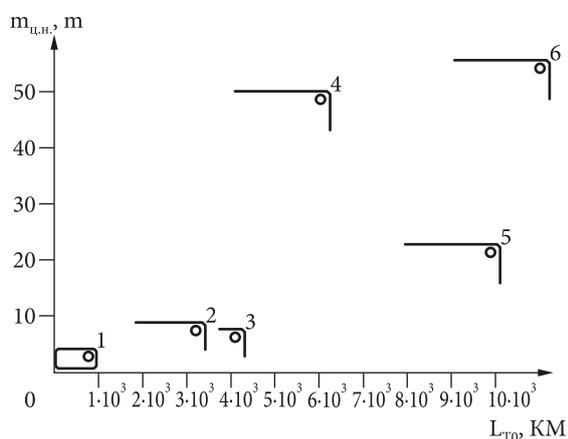


Рис. 1. Сравнительная характеристика различных видов транспорта, применяемых для доставки грузов в различные труднодоступные районы
1 – Ми-8, 2 – самолет-амфибия Бе-200, 3 – Ан-74, 4 – Ил-76, 5 – дирижабли, 6 – ледоколы

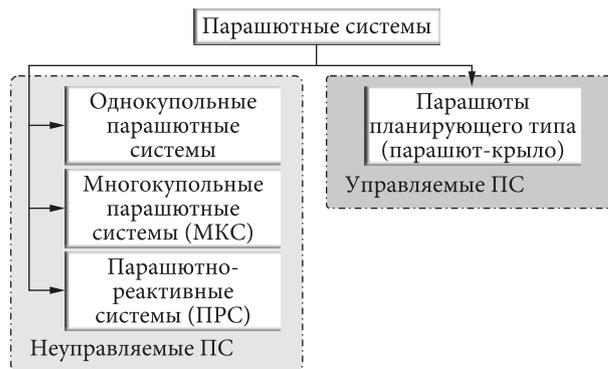


Рис. 2. Классификация грузовых парашютных систем
техники предъявляются узкоспециализированные требования.

В рамках этой процедуры выделяются три взаимосвязанных этапа (рис. 3): выбор предварительного облика, формирование окончательного облика и структурной математической модели, проектирование. В рамках первого этапа значительную роль играет анализ ограничений, требований и условий эксплуатации системы [3]. Такое структурирование позволит формализовать процесс формирования облика системы.

Создание авиационных систем, предназначенных для доставки грузов в труднодоступные районы, на основании проведенных исследований требует решения ряда специфических научно-технических задач:

- удовлетворение экономическим и экологическим требованиям;



Рис. 3. Структурная схема формирования облика авиационной системы доставки грузов в труднодоступные районы



- учет инфраструктурно-климатических и метеорологических ограничений;
- учет работы системы в условиях разреженной атмосферы высокогорья;
- учет сложного рельефа местности;
- соблюдение требований безопасности организации транспортировки грузов с учетом местности применения;
- соблюдение требований организации перевозок грузов в экстремальных погодных условиях;
- обеспечение обслуживания и ремонтпригодности системы в полевых условиях.

Многообразие задач, стоящих перед проектными организациями при формировании облика авиационной системы доставки грузов в труднодоступные районы, приводит к необходимости учета и анализа современных требований и условий эксплуатации в труднодоступных районах.

Условия доставки грузов в различные районы

Наиболее важными требованиями при формировании облика авиационной системы доставки грузов в труднодоступные районы являются:

- высокая вероятность успешной доставки;
- целостность и отсутствие повреждений груза после посадки;
- многократное использование парашютной системы (посадочной системы);
- минимальный вес и объем парашютной системы;
- простота эксплуатации и обслуживания;
- простота проектирования и производства;
- низкая стоимость проведения операции;
- низкая стоимость жизненного цикла системы (*LCC – Life Cycle Cost*);
- унификация элементов системы (возможность применения для широкого диапазона грузов).

На начальной стадии формирования облика системы определяются детали операции доставки груза: масса, габариты и тип груза, оперативность доставки (влияет на скорость и высоту сброса груза с самолета), точность приземления системы, конкретные особенности площадки приземления (наличие острых выступов, камней, деревьев, высоких объектов и т.д.), дальнейший транспортный путь или использование груза по назначению.

С учетом требований рассчитываются:

- скорость самолета при начале десантирования груза;
- максимальный скоростной напор, действующий на парашютную систему;
- минимальная высота сброса груза;

- максимальная высота площадки приземления;
- максимальная нагрузка, которая может действовать на груз во время процесса десантирования;
- максимально допустимая перегрузка при приземлении.

Условия доставки грузов рассматриваются для следующих выделенных районов: арктическая зона, дрейфующие льдины, высокогорье, лесная и болотная местность, районы, окруженные водой или расположенные в непосредственной близости от воды.

1. Арктическая зона, дрейфующие льдины, высокоширотные районы

Арктическая зона РФ и высокоширотные районы характеризуются суровым климатом: средняя температура достигает -40°C , высокая относительная влажность (до 100%), сильные ветры и ледяная пыль. Свои ограничения также накладывают толщина льда и размеры посадочной площадки. Для приземления самолета длина льдины должна быть не менее 1500 м, ширина льдины должна быть не менее 60 м [4], а для приземления парашютной системы уже не требуется таких жестких ограничений по площади приземления и по видимости, облачности и т.д.

Для арктической зоны характерным является образование нагромождения обломков льда (торосы) в результате сжатия ледового покрова. Такие условия исключают возможность поиска груза, что ведет к повышенным требованиям к точности приземления целевой нагрузки.

Для выполнения научных и стратегических задач в арктической зоне необходима высокооперативная доставка с помощью авиационных систем специфических грузов (специальные грузы, научное оборудование, нефтедобывающее оборудование, нефтяные буры и строительная техника, транспортные машины – снегоходы, трактора, аэросани и т.д.), а также топлива в районы работы дрейфующих полярных станций, в зоны базирования оперативных отрядов Арктического военного округа Вооруженных Сил РФ и Пограничных войск ФСБ России, МЧС России, зоны ледовой проводки караванов судов по СМП.

Рассмотрим множество ограничений, накладываемое на авиационную систему, для Арктической зоны РФ и высокоширотных районов [1]:

$$U = U(L_{\text{то}}; L_{\text{потр}}; U_{\text{точн}}; m_{\text{ц.н.}}; U_{\text{рельеф}}; U_{\text{поиск}}; U_{\text{погода}}; U_{\text{климат}}), \quad (1)$$

где $U_1 = L_{\text{то}}$ – вероятностная максимальная дальность транспортной операции в полярном регионе

на маршруте «туда-обратно»: $L_{то}=2L_{п}$, где $L_{п}$ – дальность полета от точки взлета до точки назначения; $U_2=L_{потр}$ – потребная дальность транспортной операции в полярном регионе; $U_3=U_{точн}$ – ограничение по точности приземления груза; $U_4=m_{ц.н.}$ – ограничение по десантируемой посредством парашютной системы массе целевой нагрузки; $U_5=U_{рельеф}$ – ограничение по рельефу местности; $U_6=U_{поиск}$ – ограничение по поисковым операциям (обнаружение груза); $U_7=U_{погода}$ – погодные условия района десантирования; $U_8=U_{климат}$ – климатические условия района десантирования.

2. Высокогорные районы

Особенностями высокогорных районов являются:

- большая высота площадки приземления (может достигать 5 км над уровнем моря) и соответственно разреженность атмосферы, что исключает возможность применения вертолетов;
- сложный рельеф горной местности (различные препятствия и т.д.);
- ограниченная площадь зоны приземления;
- наклон площадки приземления груза;
- порывистый и сильный ветер.

Нужно учитывать указанную выше особенность высокогорья – значительное уменьшение плотности и температуры атмосферы с увеличением высоты над землей. От состояния атмосферы зависит сопротивление, испытываемое телами, падающими в воздухе. Следовательно, условия десантируемых грузов, спускающихся на парашюте, также определяются свойствами атмосферы.

Заметное нагревание воздуха происходит излучением нагретой солнечными лучами земной поверхности. Слои воздуха, расположенные ближе к земной поверхности, нагреваются сильнее, а более удаленные – слабее. В результате легкие теплые массы воздуха поднимаются вверх и, расширяясь, охлаждаются; тяжелые холодные массы воздуха опускаются вниз и, сжимаясь, нагреваются. Так возникают восходящие и нисходящие потоки воздуха, которые вызывают резко проявляющееся перемешивание воздуха по вертикали и понижение температуры. Это имеет особенную важность в высокогорных условиях, т.к. вносит нестационарность в распределение плотности атмосферы.

В тропосфере (от поверхности Земли и до высоты 11 км в умеренных широтах) температура воздуха понижается на 6,5 °С на каждый километр. Следовательно, пользуясь формулой лобового сопротивления воздуха [2], можно вычислить, на-

сколько существенно влияние атмосферы на систему «груз – парашют»:

$$Q(h) = \frac{\rho(h) \cdot V^2}{2} \cdot (c_r f_r + c_p f_p), \quad (2)$$

где $\rho(h)$ – плотность воздуха в зависимости от текущей высоты h ; V – скорость снижения груза; f_r – площадь миделя груза; c_r – коэффициент лобового сопротивления груза, отнесенный к площади f_r ; f_p – площадь парашюта; c_p – коэффициент сопротивления парашюта.

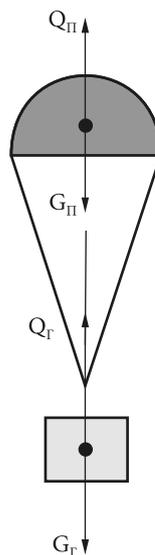


Рис. 4. Схема сил, действующих на систему «груз-парашют» при вертикальном снижении

На высоте $h_1 = 1$ км над уровнем моря (при температуре на уровне моря, равной 15 °С) усредненная плотность воздуха равна 1,112 кг/м³, а на высоте $h_2 = 5$ км плотность составляет 0,736 кг/м³.

Отсюда:

$$Q(h_1) = 1,51 \cdot Q(h_2). \quad (3)$$

То есть сопротивление воздуха на высоте 5 км в 1,51 раза меньше, чем на высоте 1 км, что ведет к увеличению площади купола парашюта и снижению характеристик управления.

3. Лесные и болотистые местности, районы, окруженные большим количеством воды

Лесные и болотистые местности предъявляют повышенные требования к точности посадки груза и сильно сужают радиус поиска груза (из-за наличия большого количества препятствий, таких как деревья, крупные растения и кустарники и т.д.) и податливости грунта места посадки (болота, топи).



Районы, окруженные большим количеством воды, представляют также определенные трудности для посадки как летательных аппаратов, так и традиционных неуправляемых парашютных систем. Требуется специальные конструктивные решения, позволяющие осуществлять доставку грузов на поверхность воды и обеспечивать сохранность груза в этих условиях, либо парашютные системы с высокоточным управлением для посадки груза непосредственно на объект.

Выводы

На основе вышесказанного можно сделать вывод, что при формировании облика авиационной системы доставки грузов в труднодоступные районы необходимо уделять внимание ограничениям и условиям эксплуатации, т.к. они играют значительную роль в процессе формирования облика системы.

Если местность или метеорологические условия (сильный ветер и другие рассмотренные выше ограничения) труднодоступного района не позволяют выполнить посадку с помощью неуправляемых ПС, т.к. предъявляются повышенные требования к точности доставки груза, то следует применять парашюты планирующего типа, которые позволяют управлять траекторией спуска. Неуправляемые парашютные системы сильно зависят от погодных условий и отличаются невысокой точностью приземления. Парашютные системы на основе планирующих парашютов оснащаются системами стабилизации положения груза и системами дистанционного управления (RCS – *Remote Control Systems*). Современные перспективные системы управления с использованием искусственного интеллекта (AI) на основе нейронных сетей позволяют добиться очень высокой точности посадки груза. Также процесс доставки груза может включать применение устройств для поиска груза и устройств для обеспечения плавучести (системы наддува поплавков).

Исследования показывают [5], что коэффициент сопротивления может значительно уменьшиться (более чем в 2 раза) при тяжелых погодных условиях (порывистый ветер, дождь). Такое поведение парашюта необходимо учитывать при планировании транспортной операции.

При формировании облика авиационной системы доставки грузов в труднодоступные районы необходимо выбрать оптимальное решение с учетом всех особенностей, что обеспечит требуемую устойчивость, вес, объем и стоимость системы.

Литература

1. Куприков Н.М. Структурно-параметрический анализ влияния момента-инерционного фактора на облик самолета арктического базирования. Дисс. на соиск. уч. ст. канд. техн. наук. М.: МАИ, 2015. 180 с.
2. Лобанов Н.А. Основы расчета и конструирования парашютных систем. М.: Машиностроение. 1965. 365 с.
3. Лялин В.В., Морозов В.И., Пономарев А.Т. Парашютные системы. Проблемы и методы их решения. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2009. 576 с.
4. Руководство по производству ледовой авиаразведки. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 240 с.
5. Tung Wan, Ryan Huo, Chao An Cheng. Numerical Simulations of Parachute Aerodynamic Characteristics under Severe Weather. AIAA SciTech. 4-8 January 2016, San Diego, California, USA. 54th AIAA Aerospace Sciences Meeting.

Requirements and Operating Conditions of Aviation Cargo Delivery Systems to the Hard-to-Reach Areas

S.V. Aruveli, Moscow aviation institute (NRU); Moscow

e-mail: saruveli@gmail.com

O.S. Dolgov, doctor of technical sciences, professor of Moscow aviation institute (NRU); Moscow

Summary. Need of development of hard-to-reach areas dictates specific requirements to the cargo delivery systems. At design of such systems it is necessary to base on the infrastructure requirements and restrictions imposed by hard-to-reach areas. In this work the main requirements and operating conditions of aviation cargo delivery systems to the hard-to-reach areas are described and analyzed.

Keywords: aviation systems, requirements, operating conditions, cargo delivery, hard-to-reach areas.

References:

1. Kuprikov N.M. Structural and parametrical analysis of influence of a moment-inertial factor on shape of the plane of the Arctic basing. *The thesis for a degree of Candidate of Technical Sciences*. 2015. Moscow, 180 p.
2. Lobanov N.A. Bases of calculation and designing of parachute systems. *Mechanical engineering*. 1965. Moscow, 365 p.
3. Lyalin V.V., Morozov V.I., Ponomarev A.T. Parachute systems. Problems and methods of their decision. *Publishing house of physical and mathematical and technical literature (FIZMATLIT)*. 2009. Moscow, 576 p.
4. Guide to production of ice aviainvestigation. *Gidrometeizdat*. 1981. Leningrad, 240 p.
5. Tung Wan, Ryan Huo, Chao An Cheng. Numerical Simulations of Parachute Aerodynamic Characteristics under Severe Weather. AIAA SciTech. 4-8 January 2016, San Diego, California, USA. 54th AIAA Aerospace Sciences Meeting.

Конструкции из полимерных композиционных материалов в самолетах-амфибиях типа Бе-200

Н.А. Лавро

доцент кафедры «109Б» МАИ (НИУ), заместитель начальника центра развития ПАО «ТАНТК им. Г.М. Бериева»; Ростовская область, г. Таганрог

Т.Ф. Вовк

инженер-технолог 1 категории ПАО «ТАНТК им. Г.М. Бериева»; Ростовская область, г. Таганрог

А.В. Евланов

Главный специалист по композиционным материалам ПАО «ТАНТК им. Г.М. Бериева»; Ростовская область, г. Таганрог

И.В. Ледовских

старший преподаватель кафедры «109Б» МАИ (НИУ), Главный специалист по расчетам МКЭ, начальник отдела ПАО «ТАНТК им. Г.М. Бериева»; Ростовская область, г. Таганрог
e-mail: brg1705@beriev.com

Аннотация. Технический прогресс XX века обусловил создание конструкционных материалов с высокой прочностью и жесткостью на полимерной, металлической и керамической основах. Есть все основания полагать, что роль композиционных материалов в создании изделий авиационной техники в XXI веке станет ведущей, так как применение таких материалов позволяет существенно снизить массу конструкций. В предлагаемой статье кратко изложен расчетно-экспериментальный подход проектирования из полимерных композиционных материалов одного из агрегатов самолета-амфибии Бе-200.

Ключевые слова: ПКМ (полимерные композиционные материалы), прочностные характеристики, испытания, образец-свидетель.

Современная авиация уже не мыслит своего существования без полимерных композиционных материалов, которые по сравнению с традиционными металлами имеют ряд преимуществ по весовой эффективности, коррозионной стойкости и возможности изготовления детали (агрегата), объединяющей в себе несколько функций, за один технологический процесс, минуя сборку.

К недостаткам следует отнести недостаточную водостойкость, старение матрицы и т.п. Практически все поверхности самолета, испытывающие аэродинамические нагрузки, уже давно (пример-

но 40 лет) делают из полимерных композиционных материалов (ПКМ) или клееных конструкций. В процессе эксплуатации изделий определились характеристики живучести и трещиностойкости, а также их ремонтпригодность.

Современные клеепрепреги расширили возможности изготовления деталей из ПКМ благодаря своим технологическим преимуществам:

- отсутствию растворителей при изготовлении препрегов, отсюда пониженная пористость (летучих не более 2%) и, как следствие, улучшенная водостойкость;
- достаточной технологической липкости;
- сравнительно невысокой температуре отверждения (до 175 °С).

Группа препрегов КМКС-2м.120 оказалась очень интересной. Кроме достижения улучшенной термостабильности механических свойств пластика была разработана еще одна группа клеепрепрегов на этой же основе из угольных материалов (угольная лента ЭЛУР, угольная ткань фирмы *PorcherInd. 3692*), которые позволяют перейти к проектированию и применению полимерных композитов в самых нагруженных конструкциях самолетов-амфибий Бе-200. Был выбран дефлектор, который расположен на створке водобака (на днище) Бе-200 и при посадке или взлете испытывает нагрузку в несколько тонн при габаритах 0,5×0,5×0,14 м. Этот агрегат взаимозаменяем.

Стоит подчеркнуть еще раз, почему стекло и углепластики на основе клеепрепрегов предпочтительнее, чем традиционные аналогичные материалы. Их отличают:

- более высокие трещиностойкость (на 40...50%) и усталостные характеристики; увеличенная прочность при межслоевом сдвиге (на 20...35%);
- способность сохранять высокий уровень прочностных характеристик после воздействия воды и влаги, повышенной температуры;
- более высокая ударная вязкость (у стеклопластиков такая же, как у органика);
- хорошая воспроизводимость технологического процесса в условиях серийного производства при минимальном числе контрольных операций;
- широкий выбор препрегов с различными наполнителями на основе одной и той же матрицы, позволяющий применить в одной конструкции за один технологический процесс материал, который необходим в данном месте конструкции.

Выяснилось также, что конструктивный подход к деталям (агрегатам) из ПКМ совершенно другой, чем к изделиям из металлов [1, 2]. Есть возможность варьировать направление укладки слоев препрега (0, 90, ±45°) так, как нужно конструктору.



Но эти вариации имеют не только технологические ограничения, но и прочностные.

Под технологическими ограничениями подразумевается, например, определенный порядок укладки слоев препрега, при котором после полимеризации возникают минимальные поводки детали и минимальные внутренние напряжения. Обычная термообработка не снимает напряжения, так как они возникают из-за различного для каждого слоя препрега (наполнителя и матрицы) коэффициента термического расширения. Внутренние напряжения могут привести к разрушению конструкции даже при незначительном нагружении, далеко от максимально рассчитанной нагрузки.

Что мы понимаем под прочностными ограничениями? Для примера берем однонаправленный препрег. Казалось, уложил слои в нужном направлении (согласно направлению максимальной нагрузки) – и задача решена. Но, во-первых, на самолете не существует деталей только с одноосным нагружением. Во-вторых, включается устойчивость монослоя однонаправленного препрега, т.е. мы не можем уложить все слои в одном направлении. Определенное количество слоев требуется для прокладки между пакетами однонаправленного препрега еще и в другом направлении. А это ведет к увеличению веса детали.

Места крепления детали также влияют на укладку слоев. Если агрегат крепится с помощью клея, то изменять укладку слоев в местах крепления нет необходимости. Но при механическом креплении уже нужны увеличенная толщина и другая схема укладки, а это все ведет к утяжелению веса.

При проектировании конструкции из ПКМ возникают также противоречия между технологическими возможностями и требованиями прочности агрегата. В агрегате разные места нагружаются не только по-разному, но и в разных направлениях, что порой приводит к необходимости в одних и тех же порядковых номерах слоев иметь разные направления основы препрега (в пределах одного слоя). Особенно это проявляется в интегральных конструкциях с ребрами жесткости. Возникают дополнительные перестыковки слоев, которые приводят к нарушению симметрии при укладке (поводке детали), изменению толщин (усложнению оснастки) и т.п.

Разброс толщин по сечениям детали – это тоже технологические трудности для изготовления ресурсной детали без поволодок и круток. Идеальный вариант – разброс толщин не более 2%.

Детали из ПКМ толщиной 10 мм и более (а не 1...5 мм) имеют свой технологический процесс. Наполнитель препрега тоже оказывает свое влияние.

Необходимо было также создать такой образец-свидетель, по которому можно будет точно судить о качестве изготовленной детали (размерах и укладке слоев). До сих пор мы использовали для этих целей стандартный образец на сжатие толщиной 2 мм и размерами по ГОСТам, который заме-

чательно характеризует качество полимеризации смолы. Толщина изделия (порядка 10 мм) требует другого образца. Укладка слоев препрега в разных местах интегральной конструкции разная, отсюда и разная величина упрессовки. Для определения качества изготовления и толщины монослоя с помощью экспериментальных данных был принят образец на изгиб:

- габариты 250×40 мм;
- толщина соответствует толщине основного полотна дефлектора, его днищу;
- схема укладки слоев препрега соответствует схеме укладки основного полотна дефлектора.

Методика испытаний соответствует ГОСТу.

С учетом вышесказанного были определены и предварительно рассчитаны силовая схема конструкции, толщины, материалы и технология изготовления дефлектора [3, 4].

Последующие расчеты помогли скорректировать не только толщины (количество слоев) дефлектора, но и основную ось нагрузки, которая первоначально была принята параллельной основной оси самолета. Она стала перпендикулярна профилю на задней кромке дефлектора. Расчеты показали, что в консольной части дефлектора необходимо изменить направление основы укладки слоев препрега (рис. 1-3).

На образцах-свидетелях была также отработана технология изготовления дефлектора. Принята технология предварительного пакетирования, отработаны время и температура отверждения.

Выбранную схему укладки слоев проверили на образцах на изгиб [5] (рис. 4) и после испытаний, сохранив то же количество слоев (0, 90, ±45°), скорректировали порядок их укладки. Расчеты и испытания показали, что имеется возможность корректировки конструкции дефлектора с помощью материалов, имеющих меньший удельный вес, в менее нагруженных местах конструкции.

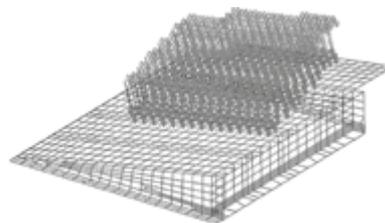


Рис. 1. Дефлектор изд. Бе-200 под воздействием клеточной нагрузки от воды в консольной его части



Рис. 2. Деформированное состояние дефлектора изд. Бе-200 от клеточной нагрузки воды, приложенной в его центральной части



Рис. 3. Поле индекса разрушения по поверхности дефлектора изд. Бе-200 от клеточной нагрузки, приложенной в его консольной части

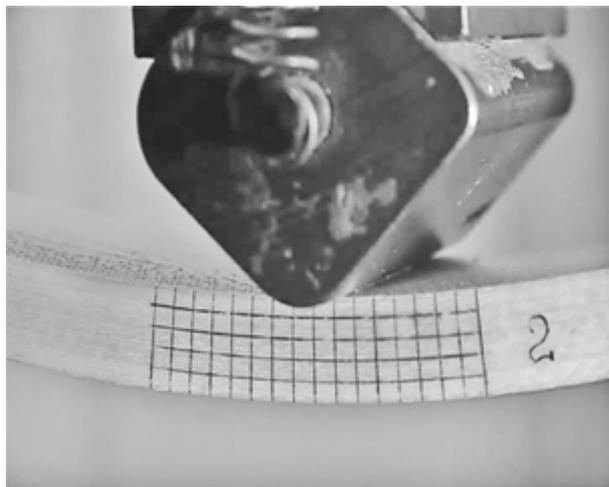


Рис. 4. Испытание образцов на изгиб

Первый изготовленный дефлектор из КМКС-2м.120.Т60 и КМКС-2м.120.Т15 подтвердил правильность выбора схем укладки и технологию изготовления дефлектора:

- отклонение от оснастки, определяемое по стандартной методике, вдвое меньше допустимых норм;
- разброс толщин по основному полотну днища дефлектора составил 0,22 мм, обнаружилось отклонение толщины монослоя примерно на 12% от теоретического;
- прочность образца-свидетеля такая же, как и у образцов, подтвердивших выбранные схемы укладки препрега и технологию изготовления.

В настоящее время дефлектор проходит испытания.

Литература

1. Сироткин О.С., Гришин В.И., Литвинов В.Б. Проектирование, расчет и технология соединений авиационной техники. – М.: Машиностроение, 2006. – 330 с.
2. Скороход В.В., Никифоров Н.А., Резник С.В. и др. – Материалы и покрытия в экстремальных условиях. Взгляд в будущее: в 3 т. Т.2. Передовые технологии производства. / Под ред. С.В. Резника. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 296 с.
3. MSC. Software: виртуальная разработка конструкций из композиционных материалов. MSC. Software Corporation. Москва. 2009. – 112 с.

4. Расчет напряженно- деформированного состояния дефлектора изд. Бе-200. Отчет ТАНТК им. Г.М. Бериева, 2012. – 40 с.

5. Пластмассы. Метод испытания на статический изгиб. Межгосударственный стандарт. ГОСТ 4648-2014 (ISO 178:2010). – М.: Стандартинформ, 2014.

Designs from Polymeric Composite Materials in Be-200 Amphibians

N.A. Lavro, associate professor of the department 109B of Moscow Aviation Institute (NRU), Deputy head of the center of development of the Public Joint Stock Company «G.M. Beriev Taganrog aviation scientific-technical complex»; Rostov region, Taganrog

T.F. Vovk, process engineer of 1 category of the Public Joint Stock Company «G.M. Beriev Taganrog aviation scientific-technical complex»; Rostov region, Taganrog

A.V. Evlanov, the chief specialist on composite materials of the Public Joint Stock Company «G.M. Beriev Taganrog aviation scientific-technical complex»; Rostov region, Taganrog

I.V. Ledovskikh, Senior Lecturer of the department 109B of Moscow Aviation Institute (NRU) the chief specialist by calculations of MKE, the head of department of the Public Joint Stock Company «G.M. Beriev Taganrog aviation scientific-technical complex»; Rostov region, Taganrog

e-mail: brg1705@beriev.com

Summary. Technical progress of the XX century has caused creation of constructional materials with a high durability and rigidity on polymeric, metal and ceramic bases. There are all bases to believe that the role of composite materials in creation of products of the aircraft equipment in the new XXI century will become the leader as use of such materials allows to reduce the mass of designs significantly. In the offered article settlement experimental approach of design from PCM (polymeric composite materials) of one of units of the Be-200 amphibian briefly is stated.

Keywords: PCM (polymeric composite materials), strength characteristics, tests, sample witness.

References:

1. Sirotkin O.S., Grishin V.I., Litvinov V.B. Design, calculation and technology of connections of the aircraft equipment. *Mechanical Engineering*. 2006. Moscow, 330 p.
2. Skorokhod V.V., Nikiforov N.A., Reznik S.V. Materials and coverings in extreme conditions. Prospection: volume 2. Advanced technologies of production. Under the editorship of S.V. Reznik. *Publishing house of N.E. Bauman Moscow state technical university*. 2002. Moscow, 296 p.
3. MSC. Software: virtual development of designs from composite materials. *MSC. Software Corporation*. 2009. Moscow, 112 p.
4. Calculation of the intense deformed condition of the deflector of prod. Be200. *The report of Public Joint Stock Company «G.M. Beriev Taganrog aviation scientific-technical complex»*. 2012. 40 p.
5. State standard 4648-2014 (ISO 178:2010). Plastic. A test method on a statistical bend. *Standartinform*. 2014. Moscow.



Параметрический анализ напряженно-деформированного состояния конструктивно-анизотропных панелей из композиционных материалов. Решение краевых задач



Б.В. Бойцов

*д.т.н., профессор,
заведующий кафедрой
104 «Технологическое
проектирование
и управления
качеством» НИУ МАИ,
первый вице-президент
Академии проблем
качества; Москва*



Л.М. Гавва

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

e-mail: rva101@mail.ru

Аннотация. Актуализация концепции качества, реализация системного качественного подхода к расчету и изготовлению перспективных образцов авиационной техники из современных композиционных материалов являются ключевыми вопросами в обеспечении качества продукции в авиаракетостроении.

В первой части статьи приводятся соотношения математической модели для исследования напряженно-деформированного состояния конструктивно-анизотропных панелей из композиционных материалов. Уточняется математическая модель подкрепляющего элемента при закручивании в условиях одностороннего контакта с обшивкой. Учитывается влияние процесса технологии изготовления панелей: остаточных температурных напряжений и предварительного натяжения арм ирующих волокон. На основании вариационного принципа Лагранжа построены разрешающее уравнение восьмого порядка и естественные граничные условия. Во второй части статьи рассматривается класс точных аналитических решений краевых задач в одинарных тригонометрических рядах. В операционной среде *MATLAB* разработан пакет прикладных программ. Проанализировано влияние конструктивных параметров на уровень напряжений и перемещений.

Ключевые слова: панели из композиционных материалов, эксцентричный продольно-поперечный набор, тонкостенный стержень, несимметричная структура пакета, силовое и технологическое температурное воздействие, напряженно-деформированное состояние, одинарные тригонометрические ряды, *MATLAB*.

В операционной среде *MATLAB* построены программы и реализован процесс компьютерной многокритериальной оптимизации с учетом технологии изготовления конструктивно-анизотропных панелей из композиционных материалов, находящихся в условиях силового, внешнего температурного и технологического температурного воздействия.

Решение новой задачи проектирования – проектирование под заданную стоимость – возможно при объединении моделей высокой точности с современными компьютерными технологиями. Перспективное направление исследований – проектирование композитных конструкций с учетом технологии изготовления, когда технологический процесс принимается во внимание на этапе разработки изделия. Приоритеты в создании инновационных технологий в рамках развития авиационной техники возникают в результате формирования и интеграции системы менеджмента качества проекта. Реализация системного качественного подхода к расчету и изготовлению перспективных образцов авиационной техники из современных композиционных материалов является ключевым вопросом в обеспечении стабильного качества и одновременно инструментом управления качеством продукции в аэрокосмической отрасли.

Рассматриваются задачи изгиба плоской прямоугольной многослойной панели, изготовленной из полимерных волокнистых композиционных материалов, с эксцентричным продольно-поперечным

набором (рис. 1), с эксцентричным продольным набором (рис. 2) и плоской прямоугольной композитной панели с несимметричной по толщине структурой пакета (рис. 3). Панели находятся под действием произвольным образом распределенной поперечной нагрузки $q(x,y)$ в стационарном температурном поле интенсивности ΔT . Условия закрепления контура предполагаются достаточно общими.

Принимаются во внимание технологические факторы, имеющие место при изготовлении композитов: остаточные температурные напряжения, возникающие при охлаждении после завершения процесса отверждения, и предварительное натяжение армирующих волокон, осуществляемое в целях повышения несущей способности конструкции. Препреги при укладке слоев предварительно натянуты, после отверждения натяжение снято.

Задачи решаются в перемещениях с использованием гипотез технической теории тонких пластин для обшивки и приводятся к нахождению смещений единой базисной поверхности приведения. В качестве расчетной модели предлагается схематизация панелей как конструктивно-анизотропных с «размазыванием» жесткостей тонкостенных подкрепляющих элементов, которые находятся в условиях сложного сопротивления вследствие одностороннего контакта с обшивкой. Дальнейшее развитие теории тонкостенных упругих стержней применительно к общей контактной задаче для обшивки и ребра с уточнением модели последнего при закручивании составляет научную новизну работы.

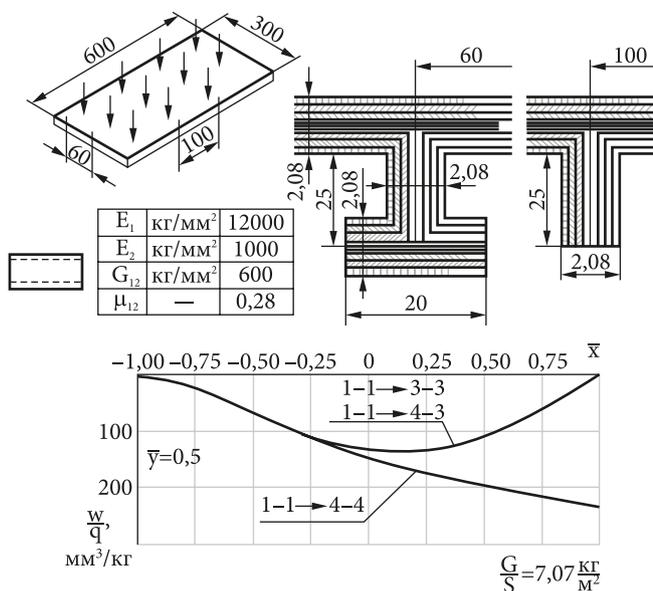


Рис. 1. Панель с продольно-поперечным набором. Несимметричная краевая задача. Зависимость прогибов от типа граничных условий на торцах. Граничные условия: плоская задача – задача изгиба; 1 – защемление, 2 – скользящая заделка, 3 – шарнир, 4 – свободный край

Проблема определения напряженно-деформированного состояния (НДС) конструктивно-анизотропных панелей сведена к решению краевой задачи для уравнения восьмого порядка в частных производных в прямоугольной области. Данное решение в замкнутом виде построено в одинарных тригонометрических рядах для частного случая согласованных граничных условий по двум противоположным кромкам, а также методом однородных решений для произвольных несогласованных граничных условий на контуре. Рассматриваются все возможные варианты закрепления граничных кромок в отношении связанных плоской задачи и задачи изгиба.

С математической точки зрения проблема исследования напряженно-деформированного состояния конструктивно-анизотропных панелей, трактуемых как ортотропные, сводится к решению краевой задачи в прямоугольной области для неоднородного линейного дифференциального уравнения восьмого порядка в частных производных относительно искомой потенциальной функции $\Phi(x,y)$ [1-3]

$$L^{(8)}\Phi = q. \tag{1}$$

Линейный дифференциальный оператор (1) содержит производные четной степени по каждой из координат:

$$L^{(8)} = \frac{K_{80}}{a^8} \frac{\partial^8}{\partial x^8} + \frac{K_{62}}{a^6 b^2} \frac{\partial^8}{\partial x^6 \partial y^2} + \frac{K_{44}}{a^4 b^4} \frac{\partial^8}{\partial x^4 \partial y^4} + \frac{K_{26}}{a^2 b^6} \frac{\partial^8}{\partial x^2 \partial y^6} + \frac{K_{08}}{b^8} \frac{\partial^8}{\partial y^8}.$$

Линейные дифференциальные операторы связи кинематических и статических компонентов НДС с разрешающей потенциальной функцией $\Phi(x,y)$

$$\left. \begin{aligned} u_0 &= L_{u_0} \Phi \\ v_0 &= L_{v_0} \Phi \\ w &= L_w \Phi \end{aligned} \right\} \tag{2}$$

$$\left. \begin{aligned} N_x &= L_{N_x} \Phi - N_x^T - N_x^H \\ N_{xy} &= L_{N_{xy}} \Phi - N_{xy}^T - N_{xy}^H \\ \bar{Q}_x &= L_{\bar{Q}_x} \Phi \\ M_x &= L_{M_x} \Phi - M_x^T - M_x^H \\ H_{xy} &= L_{H_{xy}} \Phi - H_{xy}^T - H_{xy}^H \end{aligned} \right\}$$



имеют вид

$$L_{u_0} = \frac{R_{50}}{a^5} \frac{\partial^5}{\partial x^5} + \frac{R_{32}}{a^3 b^2} \frac{\partial^5}{\partial x^3 \partial y^2} + \frac{R_{14}}{a b^4} \frac{\partial^5}{\partial x \partial y^4}$$

$$L_{v_0} = \frac{S_{41}}{a^4 b} \frac{\partial^5}{\partial x^4 \partial y} + \frac{S_{23}}{a^2 b^3} \frac{\partial^5}{\partial x^2 \partial y^3} + \frac{S_{05}}{b^5} \frac{\partial^5}{\partial y^5},$$

$$L_w = \frac{R_{40}}{a^4} \frac{\partial^4}{\partial x^4} + \frac{R_{22}}{a^2 b^2} \frac{\partial^4}{\partial x^2 \partial y^2} + \frac{R_{04}}{b^4} \frac{\partial^4}{\partial y^4}$$

$$L_{N_x} = \frac{P_{60}^x}{a^6} \frac{\partial^6}{\partial x^6} + \frac{P_{42}^x}{a^4 b^2} \frac{\partial^6}{\partial x^4 \partial y^2} + \frac{P_{24}^x}{a^2 b^4} \frac{\partial^6}{\partial x^2 \partial y^4} + \frac{P_{06}^x}{b^6} \frac{\partial^6}{\partial y^6}$$

$$L_{N_{xy}} = \frac{Q_{51}^x}{a^5 b} \frac{\partial^6}{\partial x^5 \partial y} + \frac{Q_{33}^x}{a^3 b^3} \frac{\partial^6}{\partial x^3 \partial y^3} + \frac{Q_{15}^x}{a b^5} \frac{\partial^6}{\partial x \partial y^5}$$

$$L_{\bar{Q}_x} = \frac{T_{70}^x}{a^7} \frac{\partial^7}{\partial x^7} + \frac{T_{52}^x}{a^5 b^2} \frac{\partial^7}{\partial x^5 \partial y^2} + \frac{T_{34}^x}{a^3 b^4} \frac{\partial^7}{\partial x^3 \partial y^4} + \frac{T_{16}^x}{a b^6} \frac{\partial^7}{\partial x \partial y^6},$$

$$L_{M_x} = \frac{R_{60}^x}{a^6} \frac{\partial^6}{\partial x^6} + \frac{R_{42}^x}{a^4 b^2} \frac{\partial^6}{\partial x^4 \partial y^2} + \frac{R_{24}^x}{a^2 b^4} \frac{\partial^6}{\partial x^2 \partial y^4} + \frac{R_{06}^x}{b^6} \frac{\partial^6}{\partial y^6}$$

$$L_{H_{xy}} = \frac{S_{51}^x}{a^5 b} \frac{\partial^6}{\partial x^5 \partial y} + \frac{S_{33}^x}{a^3 b^3} \frac{\partial^6}{\partial x^3 \partial y^3} + \frac{S_{15}^x}{a b^5} \frac{\partial^6}{\partial x \partial y^5}$$

$L_{N_y}, L_{N_{yx}}, L_{\bar{Q}_y}, L_{M_y}, L_{H_{yx}}$ строятся аналогично $L_{N_x}, L_{N_{xy}}, L_{\bar{Q}_x}, L_{M_x}, L_{H_{xy}}$ с заменой коэффициентов с индексом «x» на коэффициенты с индексом «y»; дифференциальные операторы $L_{N_y}, L_{N_{yx}}, L_{M_y}, L_{H_{yx}}$ - шестого порядка, дифференциальный оператор $L_{\bar{Q}_y}$ - седьмого порядка; $N_x^T, N_y^T, N_{xy}^T, N_{yx}^T, M_x^T, M_y^T, H_{xy}^T, H_{yx}^T$ - температурные усилия и моменты, $N_x^H, N_y^H, N_{xy}^H, N_{yx}^H, M_x^H, M_y^H, H_{xy}^H, H_{yx}^H$ - усилия и моменты от натяжения.

Коэффициенты $K_{8-i,i}, i=0,2,4,6,8$ в разрешающем уравнении (1) и коэффициенты $R_{4-i,i}, i=0,2,4, R_{5-i,i}, i=0,2,4, S_{5-i,i}, i=1,3,5$ и т.д. в формулах связи (2) – постоянные величины, которые зависят от упругих свойств материала и геометрических параметров конструкции; $x = x/a, y = y/b$ – безразмерные координаты, отнесенные к полудлине a и к ширине панели b , соответственно.

Линейные дифференциальные операторы связи (2) для симметричных компонентов НДС так же, как и линейный дифференциальный оператор разрешающего уравнения (1), содержат производные четной степени по каждой из координат. Косо-симметричные компоненты НДС определяются нечетными производными.

Краевая задача общего вида в прямоугольной области представлена условиями упругой заделки при $x=const$

$$(\gamma_1 u_0 + \delta_1 N_x) = (\gamma_2 v_0 + \delta_2 N_{xy}) =$$

$$= (\gamma_3 w + \delta_3 \bar{Q}_x) = (\gamma_4 w'_x + \delta_4 M_x) = 0, \quad (3)$$

при $y=const$

$$(\alpha_1 u_0 + \beta_1 N_{yx}) = (\alpha_2 v_0 + \beta_2 N_y) =$$

$$= (\alpha_3 w + \beta_3 \bar{Q}_y) = (\alpha_4 w'_y + \beta_4 M_y) = 0, \quad (4)$$

коэффициенты $\gamma_i, \delta_i, \alpha_i, \beta_i, i=1, 2, 3, 4$ меняются от 0 до 1.

Равенства (3), (4) позволяют рассмотреть все возможные варианты закрепления граничных кромок в отношении связанных плоской задачи и задачи изгиба: защемление, скользящую заделку, шарнирное закрепление, свободный край.

Влияние остаточных температурных напряжений, имеющих место при охлаждении после завершения процесса отверждения, а также предварительного натяжения армирующих волокон на несущую способность конструктивно-анизотропных панелей из композиционных материалов представляется возможным оценить в том случае, когда граничные условия являются несогласованными, а решение строится в одинарных тригонометрических рядах либо с использованием метода однородных решений.

Конкретные исследования связаны с условиями закрепления панелей в составе проектируемой конструкции.

Проанализируем НДС конструктивно-анизотропной композитной панели, шарнирно опертой по продольным и произвольным образом закрепленной по поперечным кромкам.

Решение краевых задач в прямоугольной области для уравнения (1) построено в замкнутом виде в одинарных тригонометрических рядах для частного случая граничных условий по двум противоположным кромкам

$$\text{при } y = 0 \text{ и } y = 1 \quad u_0 = N_y = w = M_y = 0. \quad (5)$$

Эти условия принято называть согласованными: они соответствуют шарниру в отношении изгиба, а в отношении плоской задачи – скользящей заделке в тангенциальном направлении, когда часть контура панели нагружена потоками касательных сил. Панель по границе, перпендикулярной оси y , нагружена потоками касательных сил N_{yx} , которые уравниваются нормальными усилиями N_x на границе и площадках, перпендикулярных оси x .

Условия на торцах панели произвольны и могут быть условиями упругой заделки типа

$$x = \pm 1 \rightarrow (\gamma_1 u_0 + \delta_1 N_x) = (\gamma_2 v_0 + \delta_2 N_{xy}) =$$

$$= (\gamma_3 w + \delta_3 \bar{Q}_x) = (\gamma_4 w'_x + \delta_4 M_x) = 0, \quad (6)$$

$$\left. \begin{aligned} x = -1 \rightarrow (\varepsilon_1 u_0 + \xi_1 N_x) = (\varepsilon_2 v_0 + \xi_2 N_{xy}) = \\ = (\varepsilon_3 w + \xi_3 \bar{Q}_x) = (\varepsilon_4 w'_x + \xi_4 M_x) = 0 \\ x = 1 \rightarrow (\gamma_1 u_0 + \delta_1 N_x) = (\gamma_2 v_0 + \delta_2 N_{xy}) = \\ = (\gamma_3 w + \delta_3 \bar{Q}_x) = (\gamma_4 w'_x + \delta_4 M_x) = 0 \end{aligned} \right\} (7)$$

в симметричной либо в несимметричной краевых задачах, соответственно; коэффициенты $\gamma_i, \delta_i, \varepsilon_i, \xi_i, i = 1, 2, 3, 4$ меняются от 0 до 1.

Разрешающая функция – обобщенная функция перемещений, удовлетворяющая (1), (5) и затем – (6) либо (7), раскладывается в ряд по системе тригонометрических функций

$$\Phi(x, y) = \sum_{n=1,3,5}^{\infty} \Phi_n(x) \sin(n\pi y), \quad (8)$$

то есть общее решение уравнения (1), удовлетворяющее граничным условиям, представим в одинарных тригонометрических рядах, где $\Phi_n(x)$ подлежит определению.

Исследуя далее задачу общего вида в смысле краевых условий по поперечным кромкам, в выражении (8) для $\Phi_n(x)$ оставим и четные, и нечетные функции, и с точностью до восьми произвольных постоянных запишем обобщенную функцию перемещений $\Phi(x, y)$

$$\Phi(x, y) = \sum_{n=1}^{\infty} \left[\sum_{L=1}^4 A_{nL} \operatorname{sh}(\lambda_{nL} x) + \sum_{L=1}^4 B_{nL} \operatorname{ch}(\lambda_{nL} x) + \Phi_n \operatorname{ch}(\pi) \right] \sin(n\pi y). \quad (9)$$

Здесь $\Phi_n \operatorname{ch}(\pi)$ – частный интеграл обыкновенного неоднородного линейного дифференциального уравнения восьмого порядка для $\Phi_n(x)$, $\lambda_{nL} = z_L \lambda_{ny} a$, $\lambda_{ny} = \frac{n\pi}{b}$, z_L – корни соответствующего характеристического полинома, которые находятся численно с использованием встроенных функций операционной среды *MATLAB*.

В одинарные тригонометрические ряды с точностью до констант A_{nL} и B_{nL} (9) раскладываются компоненты вектора перемещений, деформации и кривизны поверхности приведения, углы поворота, внутренние силовые факторы. В одинарные тригонометрические ряды раскладывается внешняя нагрузка $q(x, y)$, а также внутренние силовые факторы, связанные с температурой и натяжением.

Для окончательного моделирования компонентов НДС, то есть, по существу, системы неизвестных констант A_{nL} и B_{nL} ($n = 1, 3, 5, \dots, L = 1, 2, 3, 4$) необходимо удовлетворить граничным условиям на торцах конструкции при $x = +1$ и $x = -1$.

Если различным образом закреплены оба поперечных края панели, формируется и решается система восьми алгебраических уравнений. Когда строится решение симметричной краевой задачи, первые четыре уравнения будут реализовывать искомые произвольные постоянные B_{nL} ($n = 1, 3, 5, \dots, L = 1, 2, 3, 4$). При этом симметричные компоненты НДС зависят только от четных функций по координате x , косо-симметричные компоненты – от нечетных функций.

В соответствии с изложенным алгоритмом разработан пакет прикладных программ для *PC* на языке операционной среды *MATLAB*. Программы предназначены для исследования напряженно-деформированного состояния и оптимизации процесса проектирования конструктивно-анизотропных панелей из композиционных материалов. В рамках связанных плоской задачи и задачи изгиба рассматриваются все возможные варианты закрепления кромок, вытекающие из условий упругой заделки.

В качестве примера на *рис. 1* представлены результаты определения перемещений в прямоугольных панелях из углепластика с эксцентричным продольно-поперечным набором, находящихся под действием постоянной погонной поперечной нагрузки $q(x, y) = \text{const}$. Граничные условия по координате x несимметричны. Один из краев $x = -1$ заземлен, на другом $x = +1$ – три комбинации граничных условий в отношении плоской задачи и в отношении изгиба: шарнир либо свободный от усилий и моментов край.

Максимальные прогибы в центре панели отличаются на 12%.

На *рис. 2* представлены результаты определения перемещений в прямоугольных панелях из углепластика, подкрепленных в продольном направлении, находящихся под действием постоянной погонной поперечной нагрузки $q(x, y) = \text{const}$. Так же, как и на *рис. 1*, граничные условия по координате x несимметричны. Один из краев $x = -1$ заземлен, на другом $x = +1$ – три комбинации граничных условий в отношении плоской задачи и в отношении изгиба: шарнир либо свободный от усилий и моментов край.

Максимальные прогибы в центре панели отличаются в 7,4 раза.

На *рис. 3* представлены результаты определения остаточных температурных напряжений, возникающих при охлаждении после завершения процесса отверждения в плоской прямоугольной панели из углепластика с несимметричной структурой пакета по толщине. Контур панели шарнирно оперт в отношении изгиба, граничные условия по продольным кромкам соответствуют скользящей заделке, поперечные края свободны от усилий и моментов в отношении плоской задачи.

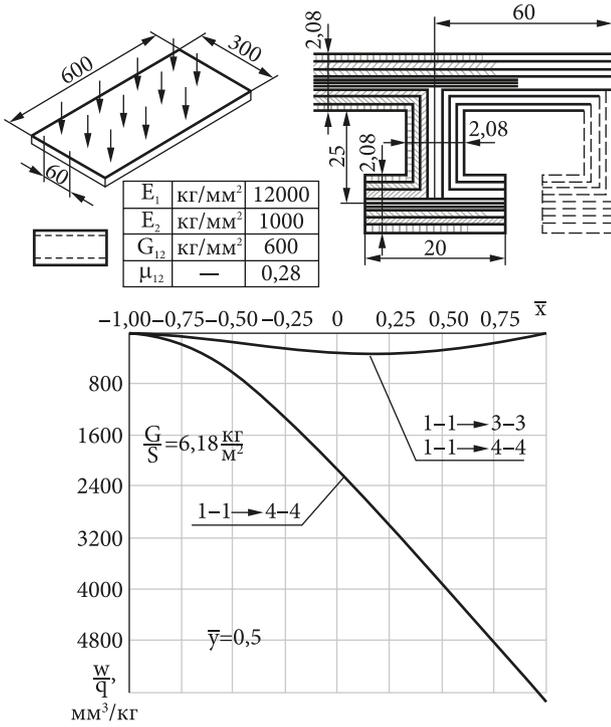


Рис. 2. Панель, подкрепленная в продольном направлении. Несимметричная краевая задача. Зависимость прогибов от типа граничных условий на торцах. Граничные условия: плоская задача – задача изгиба; 1 – защемление, 2 – скользящая заделка, 3 – шарнир, 4 – свободный край

Дана оценка влияния предварительного натяжения армирующих волокон на уровень относительных эквивалентных остаточных технологических напряжений.

Оптимальный уровень предварительного натяжения соответствует 5% от допускаемой деформации слоя. Далее, от уровня в 20% процедура предварительного натяжения армирующих волокон для представленной несимметричной структуры пакета является неэффективной: относительные эквивалентные остаточные технологические напряжения и в продольных, и в поперечных слоях возрастают.

Выполнена компьютерная многокритериальная оптимизация конструктивно-анизотропных композитных панелей ЛА. Так как решение строится точными аналитическими методами, время расчета варианта минимально, что представляет интерес с точки зрения практики проектирования с использованием параметрического анализа. Результаты расчетов на прочность дают возможность

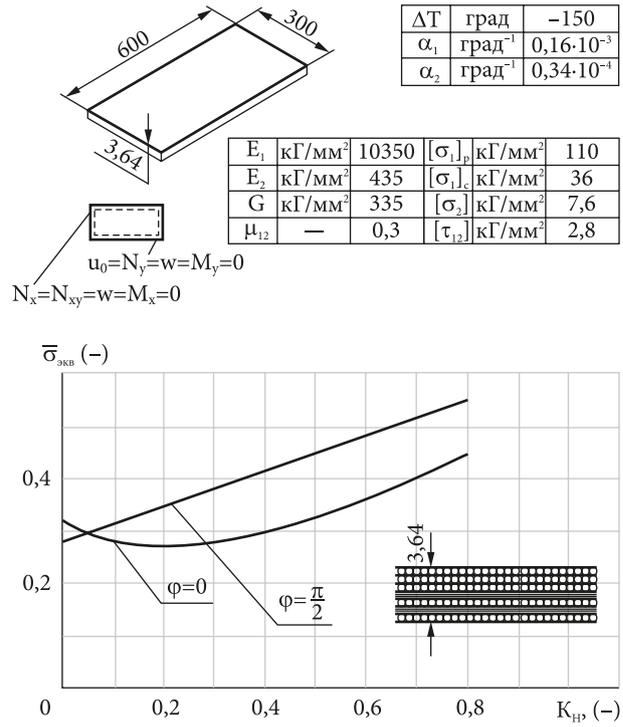


Рис. 3. Панель с несимметричной структурой пакета. Зависимость эквивалентных остаточных температурных напряжений от коэффициента предварительного натяжения армирующих волокон

снижения и оптимизации весовых характеристик конструкции.

Литература

1. Бойцов Б.В., Гавва Л.М. Параметрический анализ напряженно-деформированного состояния конструктивно-анизотропных панелей из композиционных материалов. Математическая модель. // Качество и жизнь. – 2017. – № 2. – С. 84 – 89.
2. Дудченко А.А., Елпатьевский А.Н., Лурье С.А., Фирсанов В.В. Расчет пластин из композиционных материалов. М.: МАИ, 1993. 68 с.
3. Молодцов Г.А., Гавва Л.М., Иванов В.И., Осинская Е.А. Макро- и микромоделли при расчете на прочность плоских панелей из слоистых композиционных материалов с учетом остаточных технологических напряжений и предварительного натяжения волокон. М. 1987. 30 с. (ВИНИТИ, № 6570 – В-87, 08.09.87).

The Parametrical Analysis of the Intense Deformed Condition of Constructive and Anisotropic Panels from Composite Materials. Solution of Regional Tasks

B.V. Boytsov, *doctor of technical sciences, professor, head of the department 104 «Technological design and quality managements» of Scientific research university Moscow aviation institute (NRU), first vice-president of Academy of quality problems; Moscow*

L.M. Gavva, *candidate of technical sciences, leading engineer, associate professor of Scientific research university Moscow aviation institute (NRU); Moscow*

e-mail: rva101@mail.ru

Summary. Updating of application of the quality concept, implementation of system high-quality concept to calculation and manufacture of perspective samples of the aircraft equipment from the modern composition materials are key questions in support of quality of production in aviarocket production.

Ratios of a mathematical model for a research of the intense deformed status of constructive and anisotropic panels from composition materials are given in the first part of article [1]. The mathematical model of the reinforcing element when twisting in the conditions of one-sided contact with a covering is specified. Influence of process of manufacturing techniques of panels is considered: residual temperature stresses and preliminary tension of reinforcing fibers. Based on the

variational principle of Lagrange the allowing equation of the eighth order and natural boundary conditions are constructed. In the second part of article the class of exact analytical solutions of boundary value problems in unary trigonometric rows is considered. In an operating environment of MATLAB the application program package is developed. Influence of design data on the level of tension and relocation is analyzed.

Keywords: panels from composite materials, an excentric longitudinally cross set, thin-walled core, asymmetrical structure of a package, power and technological temperature influence, the intense deformed status, unary trigonometrical ranks, MATLAB.

References:

1. Boytsov B.V., Gavva L.M. The parametrical analysis of the intense deformed condition of constructive and anisotropic panels from composite materials. Mathematical model. *Quality and life*. 2017. No. 2. pp. 84 – 89.
2. Dudchenko A.A., Elpatievsky A.N., Lurie S.A., Firsanov V.V. Calculation of plates from composite materials. *Moscow Aviation Institute (MAI)*. 1993. Moscow, 68 p.
3. Molodtsov G.A., Gavva L.M., Ivanov V.I., Osinskaya E.A. Makro – and micromodels when calculating on durability of flat panels from layered composite materials taking into account the residual technological tension and a preliminary tension of fibers. 1987. Moscow, 30 p. (*VINITI*, No. 6570 – V-87, 08.09.87).



Экструзионная головка с регулировкой формующего зазора

А.М. Матвеев

д.т.н., профессор, академик РАН, заведующий кафедрой Московского авиационного института (НИУ); Москва

В.Ю. Мищенко

старший преподаватель кафедры Московского авиационного института (НИУ); Москва

Ю.Н. Пугачев

начальник НИО-1 Московского авиационного института (НИУ); Москва

В.Я. Чаплыгин

старший научный сотрудник Московского авиационного института (НИУ); Москва

e-mail: kaf104@mai.ru

Аннотация. В статье представлена новая схема устройства экструзионной головки для изготовления полимерной рукавной пленки. Дан расчет, показывающий осуществимость и практическую значимость изобретения. В предлагаемом устройстве изменение формующего зазора осуществляется без замены дорна.

Ключевые слова: экструзионная головка, дорн, изменение давления, формующий зазор.

Статья представляет новое технологическое решение по повышению качества покрытий конструкций с использованием полимерных пленок.

Преимущества использования пленок для маркировки воздушных судов очевидны: работы могут быть выполнены на базовом аэродроме авиакомпании в любое время года без использования специальных ангаров, при этом такой метод маркировки обойдется авиакомпании в несколько раз дешевле, чем окраска полиуретановой краской.

Пленки из полиэтилена низкой плотности получают рукавным и плоскощелевым методами. Эти пленки прозрачны или полупрозрачны, устойчивы к низким температурам, практически влаго- и паронепроницаемы, обладают высокой прочностью, химстойкостью (особенно к минеральным кислотам и щелочам), являются

хорошими диэлектриками в широком интервале частот и температур. Полимерные пленки легко сшиваются или свариваются в неограниченные по размерам полотна малого веса. Сварачиваясь в рулоны, они обладают отличной транспортабельностью и сохранностью лицевых поверхностей.

Создание перспективных воздушных судов и реактивных двигателей нового поколения в равной степени требует применения новых материалов и обеспечения экономической эффективности.

В предлагаемом устройстве для переналадки экструзионной головки для изготовления полимерной рукавной пленки на требуемый размер пленки не требуется замена дорна с последующей его центровкой. Изменение величины формующего зазора достигается изменением диаметра поверхности дорна, образующей зазор. Для этого в дорне выполнена кольцевая полость, образованная цилиндрическими поверхностями, соосными с поверхностью дорна, в которую под давлением подается жидкость. Под действием давления жидкости дорн деформируется и его диаметр изменяется. Установка требуемого диаметра дорна и, следовательно, величины зазора и толщины пленки осуществляется регулировкой давления жидкости в кольцевой полости.

Известна экструзионная головка для изготовления трубчатых изделий, содержащая формующую втулку, дорн с каналом для подачи сжатого воздуха, образующий с формующей втулкой формующий зазор [1, 2]. Недостатком ее является способ переналадки на необходимый размер пленки, требующий замены дорна, что предполагает наличие целого ряда дорнов различных диаметров. Процесс переналадки включает разборку головки, собственно замену дорна и его центровку с помощью четырех линейных корректоров с нониусами.

Для ускорения процесса переналадки на требуемый размер пленки и упрощения конструкции устройства в экструзионной головке, содержащей формующую втулку и дорн с каналом для подачи сжатого воздуха, образующий с формующей втулкой формующий зазор, в дорне выполнена кольцевая полость. Она образована цилиндрическими поверхностями, соосными с поверхностью дорна и имеет отвод для подачи жидкости, причем торцевая поверхность дорна и кольцевая

полость выступают за торец формующей втулки, а диаметр дорна вне формующей втулки меньше диаметра поверхности дорна, образующей формирующий зазор.

На рис. 1 изображена экструзионная головка, содержащая формующую втулку 1 и дорн 2 с каналом 3 для подачи сжатого воздуха. В дорне 2 выполнена кольцевая полость 4 (рис. 1 и рис. 2), образованная цилиндрическими поверхностями, соосными с внешней поверхностью дорна, и имеющая отвод 5 для подачи жидкости. Формующая втулка 1 и дорн 2 образуют формирующий зазор 6. Для устранения краевых эффектов и обеспечения постоянства формирующего зазора 6 по всей его длине торцевая поверхность 7 дорна и кольцевая полость 4 выступают за торец 8 формующей втулки 1. Для исключения прилипания пленки к поверхности дорна вне формирующего зазора 6 диаметр d дорна 2 вне формующей втулки 1 меньше диаметра D поверхности дорна, образующей зазор.

Регулировка величины формирующего зазора 6 осуществляется следующим образом. Например, для уменьшения зазора 6 в кольцевую полость 4 через отвод 5 подается жидкость под давлением, из-за чего дорн 2 деформируется, его диаметр D увеличивается и зазор 6 уменьшается. Увеличение зазора 6 достигается уменьшением давления жидкости в кольцевой полости 4.

Расчет, показывающий осуществимость и практическую значимость изобретения.

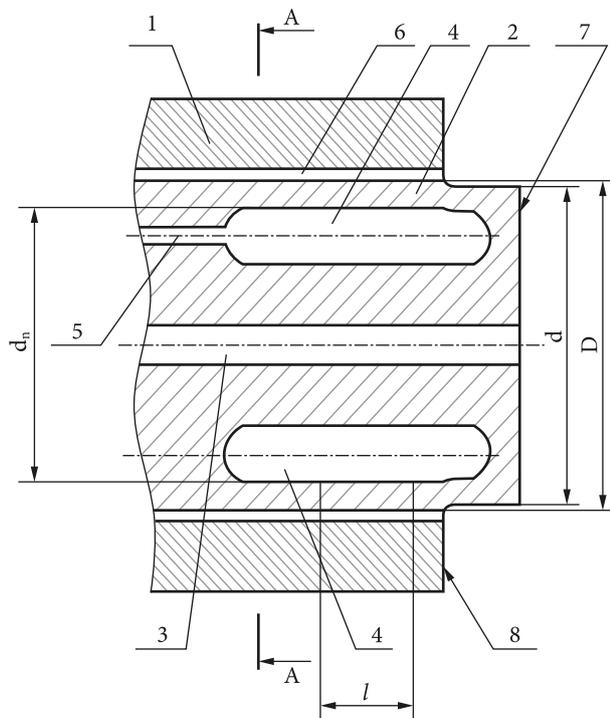


Рис. 1. Экструзионная головка

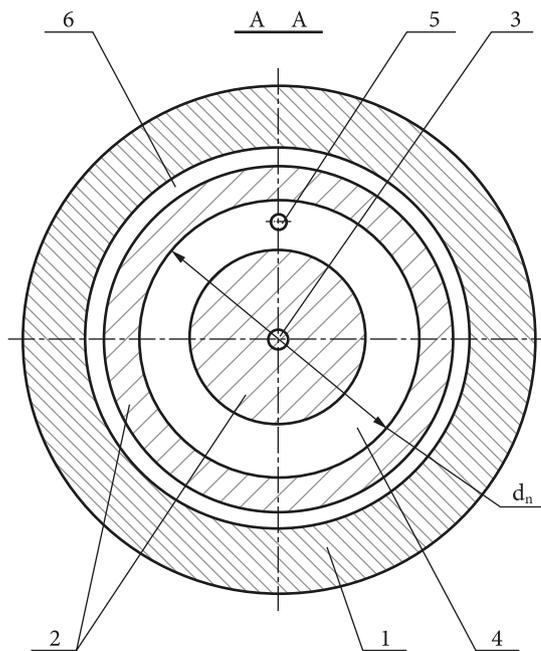


Рис. 2. Сечение по А-А на рис. 1

Рассмотрим участок дорна, представляющий собой оболочку, образованную внешней цилиндрической поверхностью дорна диаметром D и внешней цилиндрической поверхностью полости 4 диаметром d_n , длиной l . Этот участок дорна вместе с формующей втулкой образуют формирующий зазор.

Расчет произведен для следующих значений определяющих параметров:

- материал дорна сталь Н18К7М5Т $\sigma_b = 1800$ МПа;
- $E = 2 \cdot 10^{11}$ Па
- внутренний радиус оболочки $R = d_n / 2 = 150$ мм;
- толщина оболочки $\delta = 3$ мм;
- запас прочности $n = 3$.

Расчетное значение напряжения:

$$\sigma = \sigma_b / n = 1800 / 3 = 600 \text{ МПа} = 60 \text{ кг/мм}^2, \quad (1)$$

приращение растягивающих напряжений в оболочке [3]:

$$d\sigma = \frac{R}{\delta} \cdot dp, \quad (2)$$

откуда

$$R = \delta \frac{d\sigma}{dp}. \quad (3)$$

В процессе работы максимальное изменение (например, увеличение) радиуса оболочки (уменьшение величины формирующего зазора) с учетом запаса прочности по закону Гука:



$$\Delta R = \frac{R\sigma}{E} = \frac{0,15 \cdot 600 \cdot 10^6}{2 \cdot 10^{11}} = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ м} = 0,45 \text{ мм} = 450 \text{ мкм}.$$

Для этого потребуется давление (4):

$$p = \frac{\sigma \delta}{R} = \frac{600 \cdot 10^6 \cdot 3 \cdot 10^{-3}}{0,15} = 1,2 \cdot 10^7 \text{ Па} = 120 \text{ атм}.$$

В рассмотренном примере, изменяя давление от 0 до 120 атмосфер, можно регулировать формирующий зазор, например, от 0,5 мм до 0,05 мм.

В процессе работы дорн нагревается и его радиус увеличивается:

$$dR_{\text{терм}} = \alpha R \cdot dt.$$

Для компенсации изменения радиуса дорна и сохранения постоянства величины формирующего зазора следует применить механическое воздействие путем изменения давления. С учетом (2) получим:

$$dR_{\text{мех}} = \frac{R}{E} \cdot d\sigma = R \frac{R}{\delta} \cdot dp = \frac{R^2}{\delta E} \cdot dp.$$

Для сохранения постоянства зазора должно соблюдаться условие:

$$dR_{\text{мех}} = -dR_{\text{терм}}$$

или

$$\frac{R^2}{\delta E} \cdot dp = -\alpha R \cdot dt,$$

откуда

$$\frac{dp}{dt} = -\frac{\alpha E \delta}{R}.$$

Таким образом, производная давления в полости 4 дорна по температуре есть величина постоянная, и необходимое давление несложно поддерживать автоматически.

Выводы

В предлагаемом устройстве для переналадки на необходимый размер пленки не требуется

разборка головки, замена дорна и его центровка, что делает возможным экономию средств и времени.

Технический результат – ускорение процесса переналадки экструзионной головки на требуемый размер пленки и упрощение конструкции.

Литература

1. Панов А.К. и др. Экструзионная головка для изготовления полимерной рукавной пленки. Патент RU 1763227, МПК В 29 С 47/22; Заявлено 18.04.89; Опубл. 23.09.92, Бюл. № 35.
2. Рыжов Н.Н., Берляев А.И., Бухарев Е.Ю. Экструзионная головка с центрирующим устройством. Патент RU 2245248, МПК В 29 С 47/02; дата начала отсчета срока действия патента 23.12.2003; опубликовано 27.01.2005.
3. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана. 1999.

Extrusive Head with Adjustment of the Forming a Gap

A.M. Matveenko, doctor of technical sciences, professor, academician of RAS, head of department of Moscow Aviation Institute (NRU); Moscow

V.Yu. Mischenko, Senior Lecturer of Moscow Aviation Institute (NRU); Moscow

Yu.N. Pugachev, Head of Research Department NRD-1 of Moscow Aviation Institute (NRU); Moscow

V.Ya. Chapligin, senior research associate of Moscow Aviation Institute (NRU); Moscow

e-mail: kaf104@mai.ru

Summary. The new scheme of the device of an extrusive head for production of a polymeric hose film is presented in article. A calculation, showing feasibility and the practical importance of an invention is given. In the offered device change of the forming a gap is carried out without replacement of a mandrel.

Keywords: extrusive head, mandrel, change of pressure, the forming a gap.

References:

1. Panov A.K. An extrusive head for production of a polymeric hose film. Patent RU 1763227, MPK V 29 C 47/22. It is stated 18.04.89, published 23.09.92. *Bulletin No. 35.*
2. Ryzhov N.N., Berlyaev A.I., Bukharev E.Yu. An extrusive head with the aligning device. Patent RU 2245248, MPK V 29 C 47/02. Start date of counting of period of the patent validity 12/23/2003; it is published 1/27/2005.
3. Feodosyev V.I. Resistance of materials. *Publishing house of Bauman Moscow state technical university (MSTU).* 1999.



Влияние системы «Платон» на себестоимость грузовых автомобильных перевозок

Н.Е. Галайдо

студент направления «Технология транспортных процессов» Владивостокского государственного университета экономики и сервиса; г. Владивосток

Е.С. Демахина

студент направления «Технология транспортных процессов» Дальневосточного федерального университета; г. Владивосток

А.С. Панкрушкин

студент направления «Технология транспортных процессов» Владивостокского государственного университета экономики и сервиса; г. Владивосток

Н.С. Поготовкина

доцент кафедры Транспортных машин и транспортно-технологических процессов Дальневосточного федерального университета; г. Владивосток

e-mail: pogotovkina.ns@dvfu.ru

Аннотация. В 2015 году в России введена в действие система «Платон» для взимания платы с грузовых автомобилей, имеющих разрешенную максимальную массу свыше 12 тонн, в счет возмещения вреда, причиняемого автомобильным дорогам общего пользования федерального значения. Система «Платон» является дополнительным источником финансирования дорожной отрасли, однако для перевозчиков ее введение связано с повышением затрат. В статье приведены первые результаты работы системы и проблемы, связанные с ней. Рассмотрены зарубежные системы взимания платы с грузовых автомобилей. Приведены результаты расчетов, которые показывают, как влияет дорожный сбор на себестоимость грузовых автомобильных перевозок.

Ключевые слова: система взимания платы, дорожный сбор, грузовое транспортное средство, маршрут, себестоимость перевозок

До 1970-х годов автомобили в нашей стране считались роскошью, и только с выпуском знаменитого автомобиля ВАЗ-2101 началась массовая автомобилизация населения страны. С того момента уровень автомобилизации увеличился более чем в 50 раз и на июль 2016 года составил 287 автомоби-

лей на тысячу жителей [2, 6]. Автомобильный парк страны только за последние 20 лет вырос почти в пять раз (рис. 1).

Количество автомобилей в стране растет, а вместе с этим растут и проблемы дорожно-транспортной инфраструктуры – от уборки снега до обрушения мостов. По состоянию на 2016 год общая протяженность российской сети автомобильных дорог общего пользования оценивается Федеральным дорожным агентством в 1452,2 тыс. км, из которых:

- 51,9 тыс. км – дороги федерального значения;
- 515,8 тыс. км – дороги регионального значения;
- 884,5 тыс. км – дороги местного значения.

Твердое покрытие отсутствует на 8,1% региональных дорог и 43,6% местных дорог. Усовершенствованную дорожную одежду проезжей части, способную пропускать потоки грузовых автомобилей независимо от погодных-климатических условий, имеют 64,4% региональных дорог и 29% местных дорог [3]. В западной (европейской) части России плотность автомобильных дорог значительно выше, чем в восточной части. Таким образом, кроме проблемы качества автомобильных дорог в России существует проблема количества, а другими словами – протяженности дорог.

Вся сеть существующих автомобильных дорог России построена с начала 60-х годов по 90-е годы прошлого века. С того времени количество легковых и грузовых автомобилей увеличилось в разы. И, если влияние первых на дороги незначительно, то с грузовыми автотранспортными средствами дело обстоит иначе.

Согласно данным Государственной инспекции безопасности дорожного движения, в России

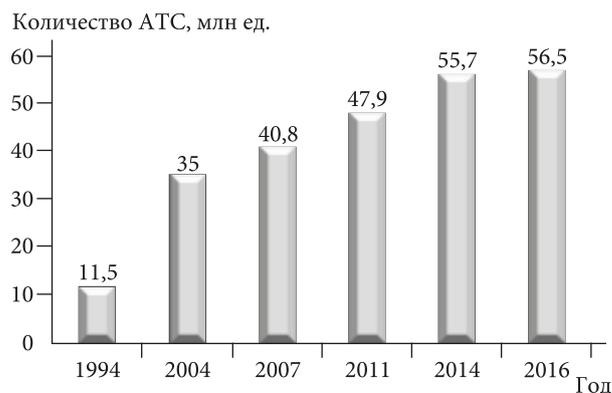


Рис. 1. Численность парка автотранспортных средств (АТС) в Российской Федерации, млн единиц



по состоянию на декабрь 2016 года зарегистрировано 56,6 млн автомобилей, в том числе [7]:

- более 44,2 млн легковых автомобилей;
- более 6,2 млн грузовых автомобилей;
- более 2,6 млн прицепов;
- более 0,6 млн полуприцепов.

На рис. 2 приведена структура парка грузовых автомобилей в зависимости от разрешенной максимальной массы (m).

Из общего числа грузовых автомобилей 26% (а это 1641634 единицы) имеют массу свыше 12 т. Кроме того, по стране постоянно перемещается еще около 400 тыс. иностранных большегрузных автотранспортных средств. Подсчитано, что на эти два миллиона грузовиков приходится 56% всего ущерба дорожному покрытию [8]. Таким образом, основной ущерб дорогам наносят автотранспортные средства массой 12 т и выше: один проезд грузовика с осевой нагрузкой 10 т эквивалентен ущербу, наносимому проездом от 10 тыс. до 25 тыс. легковых автомобилей [8].

Как средство компенсации ущерба, наносимого автомобильным дорогам грузовыми автомобилями, в Российской Федерации разработана и с 15 ноября 2015 года введена в действие система «Платон» – система взимания платы в счет возмещения вреда, причиняемого автомобильным дорогам общего пользования федерального значения транспортными средствами, имеющими разрешенную максимальную массу свыше 12 тонн. Название «Платон» происходит из сокращения словосочетания «плата за тонны». Первоначально планировалось, что эта плата составит 3,73 рубля за один километр, однако на фоне массовых акций протеста, прокатившихся по стране накануне введения системы, плата была снижена до 1,53 руб./км (3,73 с коэффициентом 0,41). Льготный тариф действовал до 15 апреля 2017 года, после этой даты он составил 1,90 руб./км (3,73 с коэффициентом 0,51). Предполагается, что этот тариф будет дей-

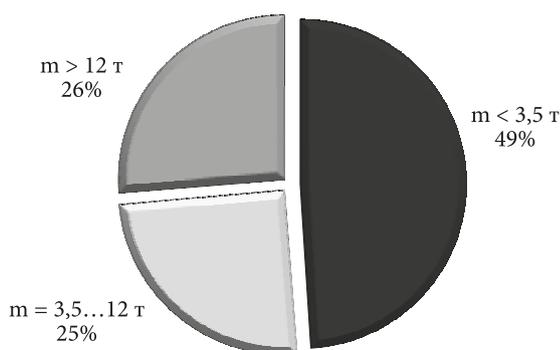


Рис. 2. Структура парка грузовых АТС в Российской Федерации

ствовать до конца 2018 года, после чего будет увеличен [4].

В первые дни после введения системы ее работа сопровождалась множеством неполадок. Водителям приходилось возвращать подвижной состав из рейса из-за отказа бортового устройства, экстренно составлять маршрутные карты, но система все равно давала сбой – деньги со счета списывались многократно, достигая пяти-семи раз [10]. Также были случаи списания средств со счета автомобиля, проезжавшего по проселочной дороге, параллельной федеральной трассе, или вовсе находившегося в простое.

Большинство стран для решения проблем финансирования мероприятий, связанных с автодорожной сферой, используют принцип «пользователь платит». Владельцы грузового транспорта в целях получения материальной выгоды пользуются полезными свойствами автомобильных дорог, нанося им сверхнормативный ущерб. И как средство компенсации такого ущерба вводится система взимания платы.

В странах Евросоюза используются различные системы взимания платы, а плательщиками являются разные группы автовладельцев. Например, в Германии плата взимается с транспортных средств массой свыше 7,5 т [1], в Австрии, Швейцарии и Чехии – с транспортных средств массой более 3,5 т. Повременная система сборов платежей, система «Евровиньетт», введенная в эксплуатацию в начале 1993 года, действует на территории Бельгии, Нидерландов, Люксембурга, Дании и Швеции. «Евровиньетки» представляют собой специальные наклейки на лобовое стекло. Они позволяют пользоваться автомагистралями на территории всех стран, заключивших это соглашение, в течение определенного срока. Дифференциация платежей зависит от количества осей и экологического класса автомобиля, а плата за километр пути составляет от 3 до 70 рублей [5].

В соседней Белоруссии с 1 августа 2013 года введена система взимания платы с автомобилей *BelToll* [9]. В стране платными являются 1189 километров дорог, плата взимается с автомобилей массой более 3,5 т и стоимость проезда за 1 км составляет от 2,5 до 8,4 руб. Таким образом, тарифы во всех странах различны в связи с разным уровнем дохода и жизни населения. Тариф, действующий в России, является одним из самых низких в мире.

Плата за каждый пройденный километр пути отражается на себестоимости транспортных услуг, повышая ее по статье «прочие расходы». Авторами данной работы проведено исследование влияния

системы «Платон» на себестоимость грузовых автомобильных перевозок в одном из дальневосточных регионов – Приморском крае. Наибольший объем перевозок грузов автомобильным транспортом в Приморье приходится на перевозки по краю и Дальневосточному региону. На сегодняшний день крупнейшими грузообразующими пунктами являются порты Приморья, а также построенный несколько лет назад складской логистический комплекс в г. Артем, расположенный на федеральной трассе А370 в 5 км от аэропорта «Кневичи» и 35 км от г. Владивостока.

Для оценки влияния на себестоимость перевозок дорожного сбора по системе «Платон» были рассмотрены четыре наиболее востребованных маршрута грузовых перевозок в Приморском крае: Артем – Уссурийск, Артем – Хабаровск, Артем – Благовещенск, Артем – Якутск. Начальным пунктом маршрутов является складской логистический комплекс в г. Артем.

Все рассматриваемые маршруты частично проходят по федеральной автодороге А370 Хабаровск – Владивосток, а трасса маршрута Артем–Якутск проходит еще и по федеральным автодорогам Р297 Чита – Хабаровск и А360 Невер – Якутск [10]. В табл. 1 по каждому маршруту представлены: общий пробег (L), пробег по федеральным дорогам ($L_{\text{ф}}$), пробег по региональным и местным дорогам ($L_{\text{м}}$), доля пробега по федераль-

ным трассам ($D_{\text{ф}}$) в общем пробеге по маршруту, а также себестоимость рейса ($S_{\text{р}}$). Данные представлены одним из крупнейших автотранспортных предприятий Приморского края.

При введении системы «Платон» себестоимость рейса увеличивается в зависимости от доли пробега по федеральной трассе в общей протяженности маршрута. Далее рассчитано увеличение себестоимости рейса при существующем тарифе $\Pi_{\text{км}}=1,90$ руб./км и при базовом тарифе $\Pi_{\text{км}}=3,73$ руб./км.

Плата за проезд по федеральной дороге федерального значения:

$$\Pi_{\text{ф}}=L_{\text{ф}} \cdot \Pi_{\text{км}}. \quad (1)$$

Себестоимость рейса с учетом платы за проезд по дороге федерального значения:

$$S_{\text{р пл}}=S_{\text{р}}+\Pi_{\text{ф}}. \quad (2)$$

Результаты расчетов представлены в табл. 2. Увеличение себестоимости рейса:

$$\Pi_{\text{пл}}=(\Pi_{\text{ф}} \cdot 100)/S_{\text{р}}. \quad (3)$$

На рис. 3 приведено увеличение себестоимости рейса по каждому маршруту в процентах, рассчитанное для льготного и базового тарифов.

Таблица 1.

Пробеги и себестоимость рейса по маршрутам

Маршрут	L , км	$L_{\text{ф}}$, км	$L_{\text{м}}$, км	$D_{\text{ф}}$, %	$S_{\text{р}}$, руб./рейс
Артем – Уссурийск	82	64	18	78	12050
Артем – Хабаровск	726	700	26	96	43256
Артем – Благовещенск	1470	1300	170	88	73042
Артем – Якутск	2998	2950	48	98	222358

Таблица 2.

Себестоимость рейса с учетом платы за проезд по дороге федерального значения

Маршрут	Плата за проезд по федеральной трассе, руб.		Себестоимость рейса с учетом платы за проезд по дороге федерального значения, руб./рейс	
	$\Pi_{\text{км}} = 1,90$ руб./км	$\Pi_{\text{км}} = 3,73$ руб./км	$\Pi_{\text{км}} = 1,90$ руб./км	$\Pi_{\text{км}} = 3,73$ руб./км
Артем – Уссурийск	121,6	238,72	12171,6	12288,72
Артем – Хабаровск	1330	2611	44586	45867
Артем – Благовещенск	2470	4849	75512	77891
Артем – Якутск	5605	11003,5	227963	233361,5

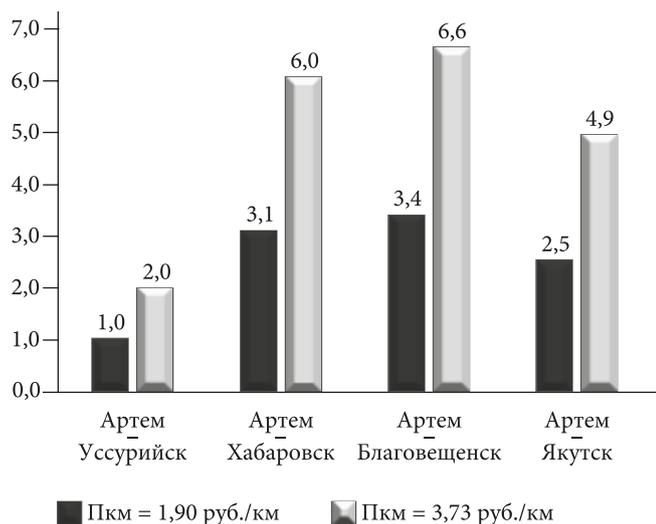


Рис. 3. Увеличение себестоимости рейса по маршрутам, %

Из рис. 3 видно, что при внедрении системы взимания платы «Платон» увеличение себестоимости грузовых перевозок происходит в пределах от 1% до 3,4%, при существующем (льготном) тарифе и от 2% до 6,6% в случае увеличения тарифа до 3,73 руб./км.

Таким образом, внедрение системы взимания платы «Платон» ведет к увеличению себестоимости грузовых автомобильных перевозок. Увеличение себестоимости влечет за собой повышение тарифов на перевозку, что в свою очередь отражается на стоимости всех товаров – от продуктов питания и медикаментов до сырья, ресурсов и комплектующих. В результате страдает конечный потребитель товаров и услуг.

В заключение хотелось бы отметить, что недовольства перевозчиков в связи с введением дорожного сбора обоснованы. Однако он является дополнительным источником финансирования дорожной отрасли. Результатом годовой работы «Платона» стало предоставление регионам России 22,9 млрд руб. на ремонт дорог, а также строительство и ремонт мостов и путепроводов [10]. Если собранные системой «Платон» средства будут целенаправленно расходоваться на улучшение состояния дорог, то владельцы грузовых автотранспортных средств при эксплуатации их на дорогах федерального значения будут экономить на ремонте автомобилей, запасных частях и топливе.

Литература

1. Дорожный сбор для грузовых транспортных средств в Германии [Электронный ресурс] / Официальный сайт единой спутниковой системы взимания платы Tollcollect. – Режим доступа: https://www.toll-collect.de/en/toll_collect/microsites/ru/russkii.html (дата обращения 15.01.17).
2. Клинковштейн Г.И. Организация дорожного движения: учебник для вузов / Г.И. Клинковштейн, М.Б. Афанасьев. - М.: Транспорт, 2001. – 247 с.
3. О развитии дорожной инфраструктуры. Справка к селекторному совещанию о мерах по улучшению состояния региональных и муниципальных дорог [Электронный ресурс] / Сайт Правительства Российской Федерации. – Режим доступа: <http://government.ru/info/22865/> (дата обращения 25.03.17).
4. О системе взимания платы [Электронный ресурс] / Платон. Система взимания платы. – Режим доступа: <http://platon.ru/ru/about/> (дата обращения 25.03.17).
5. Платные дороги [Электронный ресурс] / ВДНК. Перевозка грузов. – Режим доступа: <http://www.vdnk.ru/site/ru/transport-articles/toll-roads> (дата обращения 16.03.17).
6. Рейтинг регионов России по обеспеченности легковыми автомобилями [Электронный ресурс] / Сайт аналитического агентства «Автостат». – Режим доступа: <https://www.autostat.ru/press-releases/27115/> (дата обращения 15.03.17).
7. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения [Электронный ресурс] / Сайт Госавтоинспекции. – Режим доступа: <http://www.gibdd.ru/stat/> (дата обращения 18.03.2017).
8. Товар с поправкой на фуру [Электронный ресурс] / Платон. Система взимания платы. – Режим доступа: <http://platon.ru/ru/smi/26-10-2015/36-40/> (дата обращения 19.03.17).
9. BelToll – Система электронного сбора платы за проезд в Республике Беларусь [Электронный ресурс] / Официальный сайт системы электронного сбора платы за проезд в Республике Беларусь. – Режим доступа: <http://www.beltoll.by/> (дата обращения 15.03.17).
10. Pogotovkina, N. Impact of Platon ETC system on intercity trucking cost / N. Pogotovkina, E. Demakhina, S. Ugay // SHS Web of Conferences – Volume 35 (2017), 01046.

Influence of the Platon System on Cost value of Freight Automobile Transportations

N.E. Galaydo, student of the «Technology of Transport Processes» direction of the Vladivostok state university of economy and service; Vladivostok

E.S. Demakhina, student of the «Technology of transport processes» direction of the Far Eastern Federal University; Vladivostok

A.S. Pankrushkin, student of the «Technology of Transport Processes» direction of the Vladivostok state university of economy and service; Vladivostok

N.S. Pogotovkina, associate professor of Transport vehicles and transport and technological processes of Far Eastern Federal University; Vladivostok

e-mail: pogotovkina.ns@dvfu.ru

Summary. In 2015 in Russia the Platon system is put into operation – the system of collection of a payment from the trucks having the allowed maximum weight over 12 tons. The payment is collected as the compensation for harm caused to the federal public roads. Platon system is an additional source of financing for the road sector. However for carriers its introduction is connected with increase in expenses. The first results of work of system and a problem, associated with it are given in article. The foreign systems of collection of a payment from trucks are considered. Results of calculations which show how road collecting influences cost value of freight automobile transportations are given.

Keywords: system of collection of a payment, road collecting, cargo vehicle, route, cost of transportations

References:

1. Road collecting for cargo vehicles in Germany. *The Official site of uniform satellite system of collection of a payment of Tollcollect*. [An electronic resource] – Available at: https://www.toll-collect.de/en/toll_collect/microsites/ru/russkii.html (accessed 15.01.17).
2. Klinkovshtein G.I., Afanasiev M.B. Organization of traffic. *Transport*. 2001. Moscow, 247 p.
3. About development of road infrastructure. The reference to a teleconference of measures for improvement of a condition of regional and municipal roads. *The Website of the Government of the Russian Federation*. [An electronic resource] – Available at: <http://government.ru/info/22865/> – (accessed: 25.03.17).
4. About the system of collection of a payment. *Platon. System of collection of a payment*. [An electronic resource] – Available at: <http://platon.ru/ru/about/> – (accessed: 25.03.17).
5. Road toll. *VDNK Cargo Transportation*. [An electronic resource] – Available at: <http://www.vdnk.ru/site/ru/transport-articles/toll-roads> – (accessed: 16.03.17).
6. The rating of regions of Russia on security with cars. *The Website of the analytical agency «Avtostat»*. [An electronic resource] – Available at: <https://www.autostat.ru/press-releases/27115/> – (accessed: 15.03.17).
7. Data on indicators of security status of traffic. *State traffic inspectorate Website*. [An electronic resource] – Available at: <http://www.gibdd.ru/stat/> – (accessed: 18.03.2017).
8. Goods adjusted for the truck. *Platon. System of collection of a payment*. [An electronic resource] – Available at: <http://platon.ru/ru/smi/26-10-2015/3640/> – (accessed: 19.03.17).
9. Belarus electronic toll collection system (BelToll official site). [An electronic resource] – Available at: <http://www.beltoll.by/> – (accessed: 15.03.17).
10. Pogotovkina N., Demakhina E., Ugay S. Impact of Platon ETC system on intercity trucking cost. *SHS Web of Conferences*. 2017. Volume 35. 01046.



Система поддержки принятия решений для повышения качества медицинского контроля в межпланетных пилотируемых космических полетах



А.Н. Князев

заведующий
терапевтическим
отделением
Клинико-
диагностического
центра ФГБУ ФКЦ
ВМТ ФМБА России;
Москва



Л.Б. Строгонова

профессор
Московского
авиационного
института (НИУ);
Москва

e-mail:
buksan@list.ru

Д.В. Литвина

соискатель кафедры 614 МАИ НИУ; Москва

Аннотация. В пилотируемом космическом полете на космонавтов действует множество негативных факторов: невесомость, радиация, психологические компоненты и др. За долгую практику орбитальных полетов была разработана система медицинского контроля космонавтов, которая включает в себя совокупность методов и методик оценки текущего состояния здоровья космонавта и предотвращения развития опасных состояний и заболеваний. Для обеспечения безопасности длительных космических полетов к другим планетам и предотвращения чрезвычайных ситуаций на борту космических аппаратов необходимо пересмотреть и усовершенствовать существующую систему медицинского обеспечения космонавтов, разработанную для орбитальных полетов. Автономный характер межпланетной экспедиции потребует иного подхода в медицинском обеспечении полетов, в том числе из-за задержки связи с ЦУПом. Экипаж будет вынужден взять на себя принятие решений в чрезвычайных ситуациях, требующих этого в данный момент времени. Система поддержки принятия медицинского решения для ранней диагностики опасных состояний и заболеваний позволит увеличить безопасность полета к планетам.

Для разработки медицинской бортовой системы поддержки принятия решения (СППР) необходимо учесть ряд особенностей, присущих характеру медицинских данных, которые усложняют задачу. При этом медицинские параметры становятся начальными и граничными условиями для создания и адаптации алгоритмов функционирования системы. Особый интерес представляет СППР для сердечно-сосудистых заболеваний, система испытана в клинических условиях.

Ключевые слова: теория принятия решения; чрезвычайная ситуация; наивный байесовский классификатор; длительный космический полет.

Введение

В комплексе мероприятий, обеспечивающих безопасность экипажа в длительных космических полетах (ДКП), медицинский контроль состояния космонавтов является одной из основных систем. Космические полеты сопровождаются рядом закономерно возникающих изменений в организме человека, также может иметь место развитие неблагоприятных состояний, связанных с работой космонавтов и нарушением функционирования систем жизнеобеспечения или с другими аварийными и нештатными ситуациями. Кроме этого в условиях космических полетов (КП) возможно развитие ряда заболеваний, что имело место в кратковременных и длительных полетах. Основной целью медицинского контроля является оценка здоровья космонавтов на всех этапах ДКП, выявление изменений функционального состояния организма космонавта, а также диагностика неблагоприятных состояний. Методики, используемые для МК на борту космического аппарата (КА) или космической станции, обусловлены не только потребностями в контроле физического состояния членов экипажа, а также ранней диагностики опасных состояний, но и техническим обеспечением и возможностями диагностических средств в условиях ДКП. Оптимальный баланс между диагностическими потребностями и медико-техническими возможностями достигается при помощи компромисса (рис. 1).



Рис. 1. Схема особенностей технических средств медицинского контроля

В ходе ДКП к другим планетам (например, к Марсу) возможно заболевание одного или нескольких членов экипажа, состояние может быть серьезным и лечение на борту будет осложнено ограниченными ресурсами. Как результат, заболевший космонавт не сможет выполнять свои профессиональные обязанности в рамках программы полета. Подобная ситуация серьезно подорвет шансы на успешное завершение программы полета, так как заболевание одного из космонавтов может привести к аварийной ситуации, которая несет угрозу здоровью или даже жизни членов экипажа, что является чрезвычайной ситуацией для полета в целом. На рис. 2 представлена схема развития чрезвычайной ситуации (ЧС).

В ходе космического полета особое внимание уделяется состоянию и функционированию сердечно-сосудистой системы; это выделено в отдельное направление – космическую кардио-

логию. Данный интерес обусловлен следующими факторами:

1. Система кровообращения настолько тесно связана с другими системами организма, что может рассматриваться в качестве универсального индикатора различных нарушений.

2. С точки зрения прогноза гемодинамические нарушения представляют наибольшую опасность в длительном космическом полете. Даже при наличии удовлетворительной компенсации переносимость различного рода нагрузок снижена. Особенную опасность представляют перегрузки во время возвращения на Землю после длительного пребывания в космосе в состоянии невесомости.

С учетом вышеизложенного для большей эффективности работы СППР следует учитывать параметры, отражающие работу сердечно-сосудистой системы, как наиболее страдающей в условиях невесомости. Возможно, этого будет достаточно для представления о состоянии здоровья космонавтов.

Особенности ранней диагностики нарушений работы сердечно-сосудистой системы

Переход от здоровья к болезни не является внезапным. Между этими двумя состояниями организма имеется ряд переходных состояний, кото-

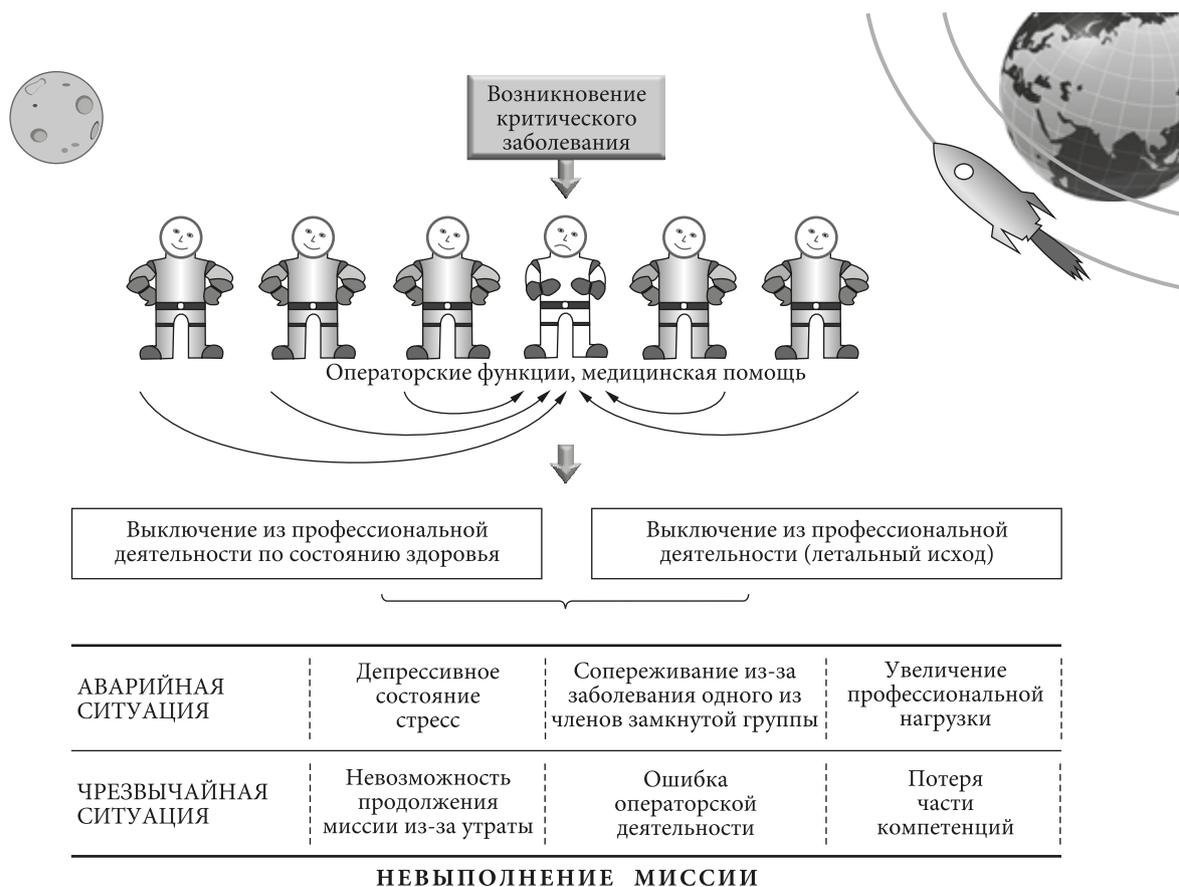


Рис. 2. Схема развития чрезвычайной ситуации в ходе длительного космического полета



рые в настоящее время получили название донозологических.

Особенно большой вклад в развитие современных представлений о донозологических состояниях внесла космическая медицина. Это обусловлено тем, что для характеристики функциональных состояний космонавта, возникающих в условиях космического полета, явно недостаточны только две оценочные категории «здоровье» и «болезнь». Современная медицина занимается в основном состояниями болезни, разрабатывая все более совершенные методы их диагностики и лечения. Здоровье, как объект исследований, является преимущественно прерогативой физиологов, поскольку врач, к сожалению, признает лишь наличие или отсутствие болезни.

Переход от здоровья к болезни является самой сложной теоретической и практической проблемой медицинской науки. От ее решения зависит вся организация здравоохранения и оказания медицинской помощи населению. До сих пор она решалась в рамках нозологического подхода: рассматривался один класс здоровых людей и множество классов заболеваний. Космическая медицина дала стимул развитию донозологического подхода, при котором рассматривается множество классов (уровней) здоровья и один класс – болезнь (как результат нарушения, срыва механизмов адаптации).

Однако необходимо модернизировать диагностические мероприятия МК, связанные с выявлением преинфарктных состояний. Масштабные перспективные исследования показали: даже небольшое повышение уровня кардиальных тропонинов у пациентов с острым коронарным синдромом (ОКС) связано с повышенным риском неблагоприятных событий со стороны сердечно-сосудистой системы. Это и привело к пересмотру диагностических критериев заболевания Всемирной организацией здравоохранения еще в 80-х годах 20 века. Новые критерии ИМ, наряду с другими диагностическими признаками, устанавливали, что «любая степень миокардиального некроза, вызванного ишемией, должна обозначаться как ИМ».

Поскольку одной из главных особенностей полета к другим планетам будет полная автономность корабля, невозможность незапланированного возвращения и ограниченность запасов пищи, воды, кислорода, оборудования и снаряжения, то весьма жесткие требования предъявляются и к системе медицинского контроля и прогнозирования состояния здоровья членов экипажа. Поэтому вычислительный комплекс марсианского корабля должен быть оснащен мощной медицинской информационной системой с блоками автоматизированной экспертной оценки данных и с подсистемой телемедицинской связи с наземными консультативными группами.

В межпланетной экспедиции кроме медицинской аппаратуры, способной давать точные результаты исследований в специфических условиях космического полета, на первый план выходит обеспечение полета СППР медицинского характера, так как задержка связи с ЦУПом может достигать значительного времени. В случае постановки диагноза объем медицинской информации может быть значителен, а время принятия решения мало. Для установки баланса между этими факторами требуются дополнительные мероприятия по разработке и внедрению специализированных средств поддержки бортового врача. Необходимо создать и исследовать автоматизированную систему прогнозирования медико-психологических экстремальных состояний человека для обеспечения безопасности профессиональной деятельности в экстремальных условиях ДКП.

Основываясь на обобщении предшествующего опыта, полученного в длительных космических полетах, проведенных исследованиях по проблеме медицинского обеспечения марсианской экспедиции и устоявшихся представлениях об автономности медицинского обеспечения, разработаны основные предварительные медицинские требования к диагностической экспертной системе для марсианской экспедиции (табл. 1)

В рамках медицинского обеспечения ДКП обрывается медицинская информация в виде диагностических изображений, результатов исследований

Таблица 1.

Основные медицинские требования к диагностической системе для межпланетных экспедиций

Ориентация всех методов на автономную диагностику непосредственно врачом экипажа на борту, с привлечением в случае необходимости высококвалифицированных специалистов соответствующего профиля для телемедицинских консультаций
Ориентация системы на выявление и диагностику наиболее вероятных прогнозируемых состояний и заболеваний, причин их возникновения и механизмов развития (патогенетический подход)
Выбор комплекса адекватных диагностических неинвазивных методов, широко апробированных в клинической и экспериментальной практике или специально разработанных для мониторинга состояния основных систем организма
Широкое использование методов визуализации функционирования сердечно-сосудистой системы, внутренних органов, костной системы и других систем организма
Создание бесконтактных систем диагностических обследований
Применение достижений телемедицины для диагностики и лечения

и опросов, основной особенностью которой является многообразие разнородных данных и их значительное количество.

Всю совокупность данных медико-биологических исследований можно разделить на детерминированные и статистические. В абсолютном большинстве случаев оказывается, что анализируемые показатели являются недетерминированными, статистическими.

На этапе верификации диагноза в условиях ДКП требуется поддержка принятия решения для врача экипажа. Исходными данными будут результаты медицинских обследований, которые можно представить в виде вектора случайных признаков $S_{(s_i, i=1, \dots, N)}^T$, характеризующих состояние обследуемого космонавта, а $Y_j, j=1, \dots, m$ является искомым диагнозом. В таком случае автоматизация диагностического процесса – это не что иное, как классическая задача классификации, которая является одним из разделов теории машинного обучения. Задача заключается в том, чтобы построить такую программу, которая, используя обучающую последовательность (выборку), вырабатывала бы правило, качество которого с заданной надежностью было бы не ниже требуемого.

В медико-биологических исследованиях, равно как и в практической медицине, спектр решаемых задач настолько широк, что возможно использование любых методологий интеллектуального анализа (ИА). Правила позволяют выбирать средства медикаментозного воздействия, определять показания/противопоказания, ориентироваться в лечебных процедурах, создавать условия наиболее эффективного лечения, предсказывать исходы назначенного курса лечения и т.п. Технологии (ИА) позволяют обнаруживать в медицинских данных шаблоны, составляющие основу указанных правил. В условиях межпланетной пилотируемой экспедиции при дифференциальной диагностике возникает неопределенность при принятии решения из-за ряда причин, таких как ограниченный перечень медицинского оборудования на борту, отсутствие

необходимого количества медицинского персонала и компетенций, задержка связи с ЦУПом и т.д.

Неопределенность становится проблемой, поскольку может помешать выработке наилучшего решения и даже стать причиной принятия некачественного решения.

Выделение основных диагностических признаков и создание обучающей выборки

Как сказано выше, одним из опаснейших состояний человека, совершающего операторскую деятельность в условиях ДКП, является острый коронарный синдром (ОКС) и инфаркт миокарда (ИМ). С точки зрения обеспечения безопасности необходимо предусмотреть систему мероприятий по ранней диагностике ИМ и предотвращению негативных последствий.

При разработке диагностической аппаратуры медико-технические требования касаются выбора наиболее информативных физиологических параметров организма и диагностических показателей, реализуемых с помощью доступных измерительных средств и отражающих патологические изменения в организме или предрасположенность к ним. Кроме того, необходимо учитывать требования, предъявляемые к качеству проведения исследования, так называемое качество пяти М. На основании клинических, морфологических и других признаков согласительный документ, принятый рядом международных кардиологических сообществ в 2007 г., предлагает разделить течение ИМ на несколько периодов. Нас наиболее интересует фаза развивающегося (от 0 до 6 часов) заболевания, позволяющая предотвратить развитие сердечно-сосудистой катастрофы при адекватно поставленном диагнозе и принятых лечебных воздействиях.

Диагностическая ценность биомаркеров ИМ определяется соотношением, главным образом, двух характеристик – чувствительности и специфичности. *M. Plebani* с соавторами в сравнительном аспекте исследовали чувствительность и специфичность миоглобина, СК, СК-МВ, TnT и TnI в диагностике ОИМ, спустя 3, 6 и 12 часов от развития заболевания. Показатели чувствительности у тропонинов через 3 часа были примерно одинаковыми (в среднем 51...54%) и выгодно отличались от данных по СК (31%), и в меньшей степени у СК-МВ mass (46%). Наиболее высокую чувствительность к 3-му часу имел миоглобин – 69%. Спустя 6 часов от начала ИМ чувствительность TnT составляла 78%, TnI – 81%, к 12 часам – 100% в обоих случаях. В то же время показатель чувствительности СК к 12 часам не превышал 88%. Специфичность среди исследованных биомаркеров была наиболее высокой у тропонинов и наиболее низкой у миоглобина. Соотношение чув-

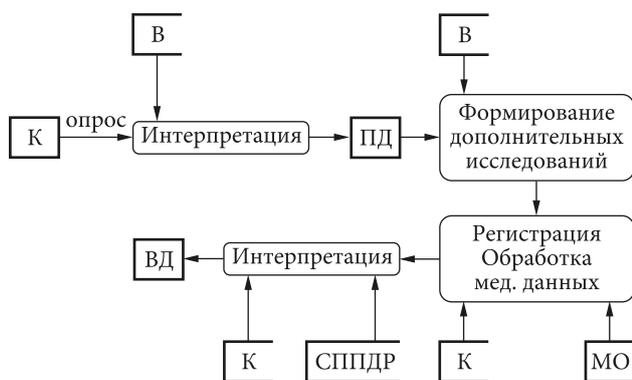


Рис. 3. Схема процесса медицинского контроля



ствительности и специфичности у тропонинов примерно соответствовало таковому СК-МВ.

При недоступности исследований сердечных тропонинов наилучшей альтернативой является количественное определение СК-МВ, считают эксперты Европейского общества кардиологов и Американской коллегии кардиологов. При этом диагноз правомочен при регистрации повышенного уровня изофермента, как минимум, в двух последовательных измерениях. Можно заключить, что современная диагностика должна обязательно включать определение специфических маркеров повреждения миокарда, а именно кардиотропонинов, СК-МВ и миоглобина. Исследования, проведенные в общей кардиологии, позволяют использовать описанные биомаркеры для построения алгоритма СППР, необходимой для обеспечения безопасности межпланетных пилотируемых космических полетов.

В работах Строгоновой Л.Б. (1990-2003) обоснована возможность применения метода «сухая химия» для биохимического анализа жидких сред организма в условиях невесомости на борту орбитальной станции МИР. В настоящее время метод применяется на борту международной космической станции (МКС). Важной особенностью фотометрических анализаторов является то, что химическая реакция смешивания исследуемой жидкости проходит в капиллярном слое. Точность воспроизведения, а также точность анализа, которая получена при сравнении с другими методами биохимических исследований, укладывается в нормы, предъявляемые Минздравом России к биохимической аппаратуре.

В условиях невесомости метод «сухая химия» является оптимальным для определения маркеров некроза миокарда, он уже применялся ранее для определения других биохимических параметров. Кардиопанель анализатора *Alere Triage® MeterPro* содержит все необходимые показатели, такие как миоглобин, креатинкиназу-МВ (КК-МВ), тропонин I. Пробы не требуют специальной подготовки, необ-

Таблица 2.

Чувствительность и специфичность маркеров

Биомаркер	Чувствительность			Специфичность
	3 часа	6 часов	12 часов	
Миоглобин	69 [48-86]	100 [87-100]	100 [87-100]	46 [33-60]
<i>Tnl</i>	54 [33-73]	81 [61-93]	100 [87-100]	90 [80-96]
<i>TnT</i>	51 [26-70]	78 [58-89]	100 [82-96]	89 [78-95]
СК МВ	46 [27-67]	88 [70-97]	100 [87-100]	78 [66-88]
СК	31 [14-52]	54 [33-73]	88 [70-97]	66 [52-78]

ходимо только смешать цельную кровь или плазму с антикоагулянтом *EDTA*. Ниже представлено изображение (рис. 4) кардиопанели *Alere Triage® Cardiac Panel* и анализатора *Alere Triage® MeterPro*.

Тест-полоска представляет собой мультимембранный композит, на определенные участки которого предварительно нанесены все необходимые для анализа иммунореагенты и их комплексы с маркером (рис. 5). Результатом анализа является формирование в определенных участках тест-полоски иммунных комплексов, содержащих маркер.



Рис. 4. Иллюстрация экспресс анализатора и кардиопанели:

а – кардиопанель *Alere Triage® Cardiac Panel*;
б – анализатор *Alere Triage® MeterPro*

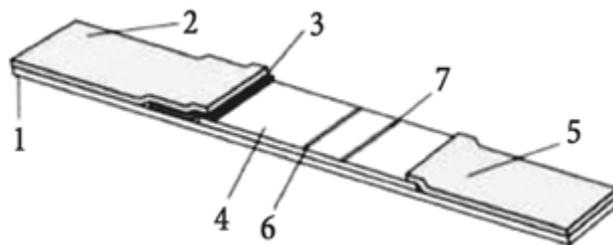


Рис. 5. Схема иммунохроматографической тест-полоски:

1 – пластиковая подложка; 2 – мембрана для пробы; 3 – мембрана для конъюгата маркера с антителами; 4 – рабочая мембрана; 5 – впитывающая мембрана; 6 – тестовая зона; 7 – контрольная зона с антивидовыми антителами

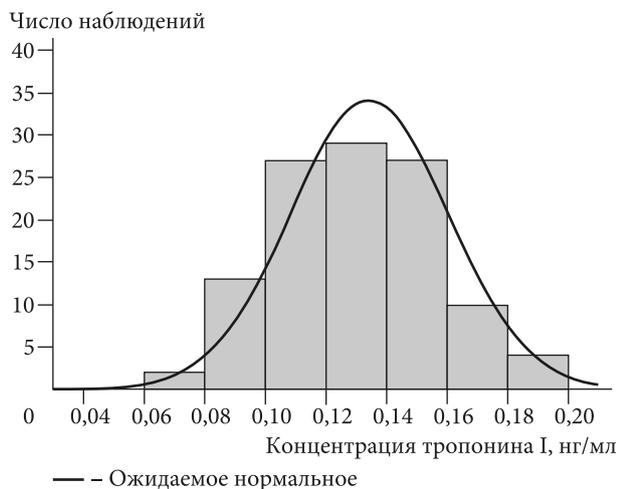
Алгоритм реализации СППР

Как показано выше, для ранней диагностики чрезвычайной ситуации кардиологического характера необходимо контролировать несколько биохимических маркеров некроза миокарда, таких как:

- миоглобин;
- креатинин фосфокиназа фракция МВ;
- тропонин I.

Из клинической практики Клинико-диагностического центра ФГБУ ФКЦ ВМТ ФМБА России (ГКБ № 84) был собран материал по 112 па-

циентам с подтвержденным диагнозом – инфаркт миокарда (ИМ) и 88 пациентам с подозрением на ИМ, однако подтвердившимся иным кардиологическим диагнозом. На основании клинических данных была сформирована обучающая выборка для настройки и проверки работоспособности классификатора. Предварительно был проведен анализ природы исходных данных, в ходе которого установлено, что результаты биохимических исследований, полученные с помощью лабораторных анализаторов, являются количественными данными, а также принадлежат двум независимым группам объектов (пациенты с подтвержденным диагнозом и пациенты с неподтвержденным диагнозом). Ниже приведены гистограммы плотностей распределения выборки биохимических данных по концентрациям тропонина I, миоглобина, КФК-МВ (рис. 6), а также основные статистические характеристики. При анализе представленной информации становится очевидным, что распределения плотностей вероятностей близки к нормальному, и это позволяет без дополнительных манипуляций воспользоваться НБК.



а

Мин. знач.	0,07
Макс. знач.	0,20
Ср. значение	0,13
Станд. откл.	0,03
Медиана	0,13

б

Рис. 6. Гистограмма распределения плотности вероятности для тропонина I:

а – гистограмма распределения плотности вероятности для тропонина I;

б – основные статистические данные

Оценка эффективности работы классификатора

Для оценки точности работы классификатора на вход подается тестовая выборка, которая пред-

ставляет собой заранее размеченные данные с соответствием между наблюдениями и их классами. Тестовая выборка подается на вход в режиме классификации новых данных, после чего необходимо соотнести решение программы с заведомо известными правильными решениями. Однако необходима конкретная численная метрика качества работы классификатора для оценки на качественном и количественном уровне новых реализаций.

Для оценки точности классификатора используют ряд характеристик, в том числе такие как точность (*precision*) и полнота (*recall*). Точность (*precision*) программы – это доля наблюдений, действительно принадлежащих данному классу, в отношении ко всем наблюдениям, которым программа присвоила тот же класс.

Моделирование СППР на базе гибридного алгоритма

Для решения задачи предотвращения чрезвычайной ситуации на борту космического аппарата при ДКП к другим планетам необходимо создание системы прогнозирования чрезвычайных ситуаций. При рассмотрении безопасности полетов с точки зрения медицинского контроля необходима разработка системы ранней диагностики опасных состояний здоровья членов экипажа, так как если у одного из космонавтов разовьется критическое заболевание, это приведет к срыву программы полета и миссии в целом.

Критические заболевания – это в основном патологии сердечно-сосудистой и выделительной системы. Необходимо составить оптимальный перечень значимых показателей состояния организма, разумеется, учитывая диагностические возможности на борту космического аппарата. Очевидно, что обучение и тестирование системы будет проходить в земных условиях. В условиях космического полета медицинские данные в систему поддержки принятия решения будут поступать из многофункционального медицинского центра, который оснащен необходимым диагностическим оборудованием.

При применении модуля поддержки принятия решений для разнородных медицинских данных оправдано использование гибридного алгоритма, что способствует повышению точности классификации.

На рис. 7 показано, что особенностью гибридного алгоритма, является использование двух методов классификации, а именно метода байесовской классификации или дискриминантного анализа. Варьирование применения методов происходит в зависимости от типа распределения медицинских данных. Комбинация байесовской классификации и дискриминантного анализа позволит повысить эффективность и точности работы системы.

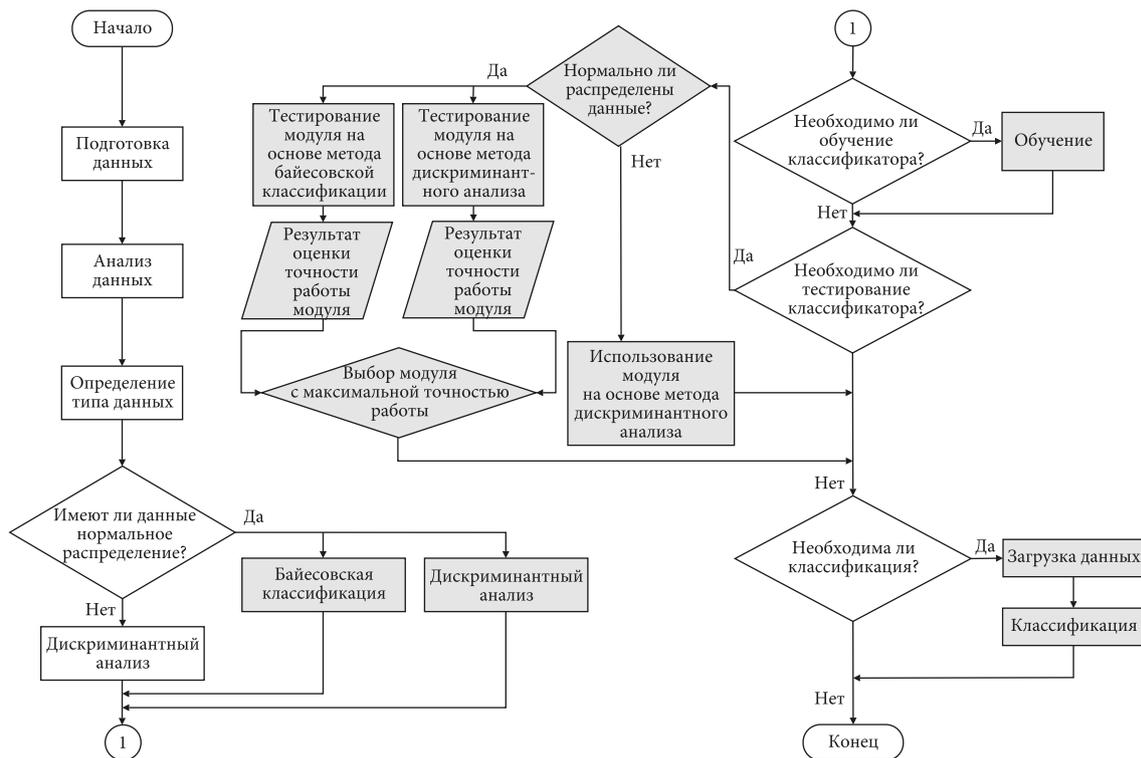


Рис. 7. Схема гибридного алгоритма модуля поддержки принятия решений

Заключение

Без разработки новых методов и средств медицинского контроля для межпланетных космических полетов обеспечение приемлемого уровня безопасности человека невозможно. Представленный и исследованный алгоритм апробирован для системы поддержки принятия решения в эксперименте МАРС-500 для поддержки принятия решения по исследованию речевых характеристик испытуемых с прогностической точностью не менее 95%, подробно результат представлен в литературе. Предложенные экспертные системы апробируются на Земле, имеют существенную перспективу для обеспечения безопасности межпланетных космических полетов, со временем будут являться неотъемлемой частью системы медицинского обеспечения космического полета.

Литература

1. Литвина Д.В., Строгонова Л.Б., Гущин В.И.//Вопросы качества обработки и анализа психофизиологических исследований для предупреждения чрезвычайных ситуаций в условиях моделирования длительного космического полета.// Качество жизни. – 2016. – № 3(11). – С. 37–39.
2. Литвина Д.В., Строгонова Л.Б.//Математические методы теории поддержки принятия решений в медицине.//Научно-технический вестник Поволжья-2015. – № 5 – С. 223–226.

The System of Support of Decision-Making for Improvement of Quality of Medical Control in the Interplanetary Piloted Space Flights

A.N. Knyazev, manager of therapeutic office of the Clinic diagnostic center of Federal state budgetary institution «Federal Clinical Center of High Medical Technologies» of Federal medico biological agency of Russia; Moscow

D.V. Litvina, applicant of Department 614 Moscow aviation institute (NRU); Moscow

L.B. Strogonova, professor of the Moscow aviation institute (NRU); Moscow

e-mail: buksan@list.ru

Summary. In the piloted space flight astronauts are affected by a set of negative factors such as, zero gravity, radiation, psychological components and others. For long practice of orbital flights the system of medical control of astronauts which includes set of methods and techniques of assessment of current state of health of the astronaut and prevention of development of dangerous states and diseases was developed. For safety of long space flights to other planets and prevention of emergency situations onboard spacecrafts it is necessary to reconsider and improve the existing system of medical support of astronauts developed, for orbital flights. The autonomous character of an interplanetary expedition will demand a different approach in medical support of flights, including because of a delay of communication with Control center of flights the crew will be forced to undertake decision-making in the emergency situations demanding it at present time. The system of support of adoption of the medical decision for early diagnostics of dangerous states and diseases will allow to enlarge safety of flight to planets.

For development of the medical onboard system of support of decision-making (SSDM) it is necessary to consider a series of features of medical data inherent in character which complicate a task. At the same time medical parameters become entry and boundary conditions for creation and adaptation of algorithms of functioning of system. SSDM is of special interest for cardiovascular diseases, the system is tested in clinical conditions.

Keywords: theory of decision support, emergency, naive Bayesian classifier, long-term space flight.

References:

1. Litvina D.V., Strogonova L.B., Gushchin V.I. Questions of quality of processing and the analysis of psychophysiological researches for prevention of emergency situations in the conditions of modeling of long space flight. *Quality of life*. 2016. No. 3(11). pp. 37–39.
2. Litvina D.V., Strogonova L.B. Mathematical methods of the theory of support of decision-making in medicine. *Scientific and technical bulletin of the Volga region*. 2015. No. 5. pp. 223–226.

Семейства кривошипно-коромысловых механизмов с функцией угла передачи, изменяющейся по комбинированному закону

Н.А. Середина

ведущий программист кафедры «Теория механизмов и машин и детали машин» Калининградского государственного технического университета; г. Калининград

e-mail: seredana27@yandex.ru

Аннотация. В работе проведен анализ методов метрического синтеза кривошипно-коромысловых механизмов. Предложены математические модели трех семейств кривошипно-коромысловых механизмов с максимумом функции угла передачи, равным 90° , при угле поворота кривошипа, равном соответственно 30° , 45° и 60° . Теоретически установлены области существования трех семейств механизмов, определяющие условия геометрической проворачиваемости таких механизмов. Предложена методика метрического синтеза трех семейств кривошипно-коромысловых механизмов, позволяющая повысить качество и снизить трудовые затраты при решении практических задач проектирования.

Ключевые слова: кривошипно-коромысловый механизм, метрический синтез, методы, математическая модель, геометрическая проворачиваемость, методика синтеза.

Введение

Кинематические схемы транспортно-технологических машин содержат кривошипно-коромысловые механизмы (ККМ). Применительно к линиям пищевых производств приведем примеры технологических машин, кинематические схемы которых включают названный механизм:

устройства для передачи изделий из позиции в позицию [1, 2], укладочные машины [3], тестомесильные машины [4, 5].

Графоаналитические методы метрического синтеза ККМ [6, 3]. Эти методы позволяют проектировать такой механизм по исходным данным: по заданному ходу и углу качания коромысла; по коэффициенту увеличения средней скорости коромысла при этом вводится дополнительное условие – угол передачи не опускается ниже минимально допустимых его значений; по заданным двум или трем положениям ведущего и ведомого звеньев. Графоаналитические методы синтеза ККМ не дают информации о характере изменения функции угла передачи таких механизмов в периоде кинематического цикла.

Метод синтеза рычажных механизмов [7] основан на теории приближения функций. Этот метод позволяет установить параметры кинематической схемы рычажного механизма, удовлетворяющие заданному закону движения ведомого звена. Такой метод синтеза рационален, поскольку позволяет спроектировать механизм, наиболее полно соответствующий своему функциональному назначению.

Метод метрического синтеза ККМ позволяет определять геометрические параметры, используя область существования этих механизмов и расчетные формулы. Область существования геометрически проворачивающихся ККМ предложена Н.И. Колчиным [8]. Математическая модель названной области описывается тремя равенствами:

$$1 - \lambda_1 = \lambda_2 - \lambda_3, \quad (1)$$



$$1 - \lambda_1 = \lambda_3 - \lambda_2, \quad (2)$$

$$1 + \lambda_1 = \lambda_2 + \lambda_3. \quad (3)$$

В первой четверти прямоугольной системы координат с осями λ_2 и λ_3 математическая модель, описываемая равенствами (1)–(3), представляет собой три прямые линии. В той же системе координат условие геометрической проворачиваемости с учетом углов передачи ККМ – два эллипса [8].

Метод синтеза ККМ позволяет согласовать характер изменения функции угла передачи в периоде кинематического цикла с характером изменения технологической нагрузки, приложенной к механизму [9]. Этот метод основан на делении ККМ на семейства по положению механизма, в котором наблюдается максимум функции угла передачи, равный 90° . Максимум функции угла передачи семейств ККМ наблюдается в наиболее характерных положениях (табл. 1).

У многих транспортно-технологических машин с возвратно-поворотным движением рабочего органа технологическая нагрузка изменяется по комбинированному закону, сочетающему приближенно-постоянный характер изменения нагрузки в начале (на одной трети интервала) рабочего хода и уменьшающийся к концу этого интервала. Один из путей наиболее качествен-

ного использования силовой работоспособности кривошипно-коромысловых механизмов, обеспечивающих возвратно-поворотное движение рабочего органа, – согласование характера изменения технологической нагрузки с характером изменения функции угла передачи. Синтез семейств ККМ с функцией угла передачи, изменяющейся в интервале рабочего хода по комбинированному закону, описанному выше, не проводился (табл. 1).

В статье приведены результаты синтеза семейств кривошипно-коромысловых механизмов с функцией угла передачи, изменяющейся в периоде рабочего хода по комбинированному закону. В качестве объекта исследования выбраны кривошипно-коромысловые механизмы как базовые механизмы транспортно-технологических машин. Предмет исследования – функция угла передачи как алгоритмическая основа для метрического синтеза базовых кривошипно-коромысловых механизмов.

Сформулируем задачи исследования:

- 1) предложить математические модели и выявить области существования семейств кривошипно-коромысловых механизмов, отличающихся закономерностью: функция угла передачи изменяется по комбинированному закону;
- 2) предложить ранее неизвестные соотношения и графические интерпретации для угла пере-

Таблица 1.

Деление семейств кривошипно-коромысловых механизмов

№ п/п	Обозначение семейства ККМ	Положение максимума угла передачи	Характер изменения функции угла передачи в периоде рабочего хода
1	ККМ-1	Продольная ось кривошипа перпендикулярна линии центров	Функция угла передачи в начале рабочего хода максимальна и уменьшается к концу рабочего хода
2	ККМ-2	Продольная ось кривошипа – продолжение линии центров	Функция угла передачи минимальна в начале рабочего хода; максимум наблюдается ближе к концу рабочего хода
3	ККМ-3	Продольная ось кривошипа лежит на линии центров	Функция угла передачи максимальна ближе к началу рабочего хода; уменьшается к концу рабочего хода
4	ККМ-4	Продольная ось шатуна наложена на кривошип	Функция угла передачи повышается и максимальна строго в конце рабочего хода
5	ККМ-5	Продольные оси кривошипа и шатуна вытянуты в одну линию	Функция угла передачи максимальна строго в начале рабочего хода и далее снижается
6	ККМ-6	Продольные оси кривошипа и коромысла параллельны, эти звенья лежат по одну сторону от линии центров	Функция угла передачи сначала возрастает до второй половины интервала рабочего хода, а затем уменьшается
7	ККМ-7	Продольные оси кривошипа и коромысла параллельны, упомянутые звенья лежат по разные стороны от линии центров	Функция угла передачи увеличивается до первой половины интервала рабочего хода, а затем уменьшается

чи семейств кривошипно-коромысловых механизмов;

3) разработать методику метрического синтеза семейств кривошипно-коромысловых механизмов как базовых механизмов транспортно-технологических машин.

Практическая ценность исследований заключается в том, что выявленные закономерности и соотношения положены в основу методики метрического синтеза ККМ, что позволяет повысить качество проектирования объекта исследования и снизить трудовые затраты при решении практических задач проектирования.

1. Математические модели и области существования семейств кривошипно-коромысловых с функцией угла передачи, изменяющейся по комбинированному закону

В работе выделено три семейства кривошипно-коромысловых механизмов, обеспечивающих изменение функции угла передачи по комбинированному закону. Для этих семейств механизмов характерно, что максимум функции угла передачи, равный 90°, наблюдается в положении кривошипно-коромыслового механизма при: $\varphi=30^\circ$, $\varphi=45^\circ$ и $\varphi=60^\circ$, где φ – угол поворота кривошипа. Отсчет угла φ принят от положения, при котором продольная ось кривошипа лежит на линии центров в направлении против часовой стрелки. Обозначим эти семейства кривошипно-коромысловых механизмов ККМ-30°, ККМ-45° и ККМ-60° соответственно.

Табл. 2 содержит модели семейств ККМ-30°, ККМ-45° и ККМ-60°.

В табл. 2 приняты следующие обозначения: $OA = l_1$, $AB = l_2$, $BO_1 = l_3$ – длина кривошипа, шатуна и коромысла соответственно; $OO_1 = l_0$ – межцентровое расстояние; $\lambda_1 = \frac{l_1}{l_0}$, $\lambda_2 = \frac{l_2}{l_0}$, $\lambda_3 = \frac{l_3}{l_0}$ – соответственно относительная длина кривошипа, шатуна, коромысла.

В первой четверти прямоугольной системы координат с осями λ_2 и λ_3 математические модели (4), (6) и (8) семейств ККМ – дуги окружности произвольного радиуса R по (5), (7) и (9), при этом центр дуг окружностей находится в начале системы координат.

В табл. 3 приведены области существования семейств ККМ-30°, ККМ-45° и ККМ-60°.

Установлены следующие закономерности:

1. Каждая область на рис. 4–6 – это сочетание дуги abc окружности единичного радиуса $R = 1$ (при $\lambda_1 = 0$) и кривой cda , полученной путем пересечения дуг окружностей произвольного радиуса R (при $\lambda_1 \neq 0$) с прямой (3) Н.И. Колчина.

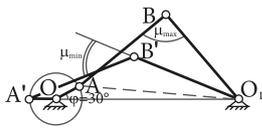
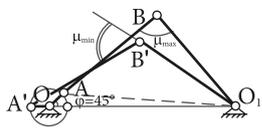
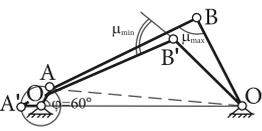
2. Точки, лежащие на кривой cda , соответствуют семействам ККМ с минимальным углом передачи, равным 0°. При этом якобиан исходной системы двух уравнений анализа ККМ равен нулю. Точки, принадлежащие кривой cda , соответствуют семействам ККМ, имеющим в периоде кинематического цикла особое (мертвое) положение. Точки на дуге abc соответствуют механизмам с параметром $\lambda_1 = 0$. Механизмы семейств ККМ вне области $abcd$ не существуют.

2. Угол передачи семейств ККМ-30°, ККМ-45° и ККМ-60°

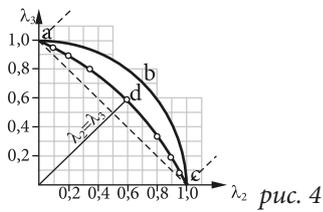
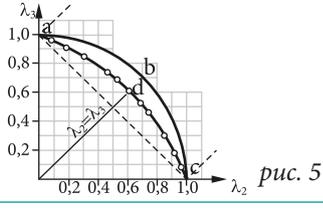
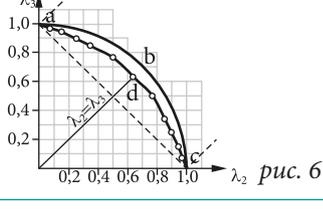
Силовая работоспособность ККМ оценивается функцией угла передачи, которая

Таблица 2.

Модели семейств кривошипно-коромысловых механизмов

Обозначение семейства	Модель семейства	
	схема механизма	соотношение
ККМ-30°	 <p>рис. 1</p>	$\lambda_2^2 + \lambda_3^2 = \lambda_1 \cdot (\lambda_1 - \sqrt{3}) + 1$ (4)
		$R_{30^\circ} = \sqrt{\lambda_1 \cdot (\lambda_1 - \sqrt{3}) + 1}$ (5)
ККМ-45°	 <p>рис. 2</p>	$\lambda_2^2 + \lambda_3^2 = \lambda_1 \cdot (\lambda_1 - \sqrt{2}) + 1$ (6)
		$R_{45^\circ} = \sqrt{\lambda_1 \cdot (\lambda_1 - \sqrt{2}) + 1}$ (7)
ККМ-60°	 <p>рис. 3</p>	$\lambda_2^2 + \lambda_3^2 = \lambda_1 \cdot (\lambda_1 - 1) + 1$ (8)
		$R_{60^\circ} = \sqrt{\lambda_1 \cdot (\lambda_1 - 1) + 1}$ (9)

Области существования трех семейств кривошипно-коромысловых механизмов

Обозначение семейства	Область существования	Пределы изменения длин звеньев
ККМ-30°	 <i>рис. 4</i>	$0 < \lambda_1 \leq 0,1896;$ $0 < \lambda_2 \leq 1,0;$ $0 < \lambda_3 \leq 1,0.$
ККМ-45°	 <i>рис. 5</i>	$0 < \lambda_1 \leq 0,2168;$ $0 < \lambda_2 \leq 1,0;$ $0 < \lambda_3 \leq 1,0.$
ККМ-60°	 <i>рис. 6</i>	$0 < \lambda_1 \leq 0,2679;$ $0 < \lambda_2 \leq 1,0;$ $0 < \lambda_3 \leq 1,0.$

изменяется в периоде кинематического цикла в зависимости от значений длин звеньев. В *табл. 4* приведены соотношения для угла передачи в функции угла поворота кривошипа φ для трех семейств ККМ.

По соотношениям в *табл. 4* установлен характер изменения функции угла передачи трех семейств ККМ. Эта функция сохраняет значения, близкие к 90°, на одной трети интервала рабочего хода и к концу рабочего хода снижается, не достигая минимума.

Минимум функции угла передачи трех семейств ККМ наблюдается в положении механизма, когда продольная ось кривошипа – продолжение линии центров, то есть при $\varphi_i = 180^\circ$ (*рис. 1–3*).

Таблица 4.

Угол передачи трех семейств ККМ

Обозначение семейства	Угол передачи в функции угла поворота кривошипа
ККМ-30°	$\mu_i = \arccos\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2 \cdot \lambda_3} \cdot \left[\cos(\varphi_i) - \frac{\sqrt{3}}{2}\right]\right)$
ККМ-45°	$\mu_i = \arccos\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2 \cdot \lambda_3} \cdot \left[\cos(\varphi_i) - \frac{\sqrt{2}}{2}\right]\right)$
ККМ-60°	$\mu_i = \arccos\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2 \cdot \lambda_3} \cdot \left[\cos(\varphi_i) - \frac{1}{2}\right]\right)$

В *табл. 5* приведены соотношения для минимального угла передачи трех семейств ККМ в функции двух аргументов $\mu_{\min} = f(\lambda_1, \lambda_3)$ и $\mu_{\min} = f(\lambda_1, \lambda_2)$ соответственно.

На *рис. 7* представлена графическая интерпретация минимального угла передачи в функции длины λ_1 при $\lambda_2 = const$ для семейства ККМ-45°.

Из выражений (12) и (13) следует, что влияние длин λ_1 и λ_3 на угол передачи μ_{\min} семейства ККМ-45°, а также двух других семейств, симметрично. Анализ графической интерпретации на *рис. 7* позволил заключить:

- 1) с увеличением длины λ_1 при $\lambda_2 = const$ угол μ_{\min} уменьшается;
- 2) с повышением λ_2 при $\lambda_1 = const$ угол μ_{\min} увеличивается до определенного значения, а затем снижается (при больших значениях λ_2).

3. Методика метрического синтеза семейств ККМ

При метрическом синтезе ККМ может быть задано:

А. Точка в области существования семейств ККМ (*рис. 4–6*). Проводится следующая вычислительная процедура:

1. Устанавливаем координаты точки в области, а именно λ_2 и λ_3 ;
2. Определяем относительную длину кривошипа λ_1 по соотношениям (4), (6) или (8);

Минимальный угол передачи

Обозначение семейства	Минимальный угол передачи	
ККМ-30°	$\mu_{min} = \arccos\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_3 \cdot \sqrt{\lambda_1 \cdot (\lambda_1 - \sqrt{3})} - \lambda_3^2 + 1} \cdot \left[1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right]\right)$	(10)
	$\mu_{min} = \arccos\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2 \cdot \sqrt{\lambda_1 \cdot (\lambda_1 - \sqrt{3})} - \lambda_2^2 + 1} \cdot \left[1 + \frac{\sqrt{3}}{2}\right]\right)$	(11)
ККМ-45°	$\mu_{min} = \arccos\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_3 \cdot \sqrt{\lambda_1 \cdot (\lambda_1 - \sqrt{2})} - \lambda_3^2 + 1} \cdot \left[1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right]\right)$	(12)
	$\mu_{min} = \arccos\left(\frac{\lambda_1}{\lambda_2 \cdot \sqrt{\lambda_1 \cdot (\lambda_1 - \sqrt{2})} - \lambda_2^2 + 1} \cdot \left[1 + \frac{\sqrt{2}}{2}\right]\right)$	(13)
ККМ-60°	$\mu_{min} = \arccos\left(\frac{3}{2} \cdot \frac{\lambda_1}{\lambda_3 \cdot \sqrt{\lambda_1 \cdot (\lambda_1 - 1)} - \lambda_3^2 + 1}\right)$	(14)
	$\mu_{min} = \arccos\left(\frac{3}{2} \cdot \frac{\lambda_1}{\lambda_2 \cdot \sqrt{\lambda_1 \cdot (\lambda_1 - 1)} - \lambda_2^2 + 1}\right)$	(15)

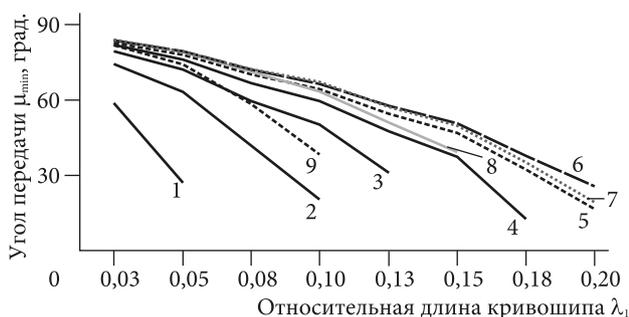


Рис. 7. Минимальный угол передачи в функции λ₁ при λ₂ = const:

- 1 – λ₂ = 0,10; 2 – λ₂ = 0,20;
- 3 – λ₂ = 0,30; 4 – λ₂ = 0,40;
- 5 – λ₂ = 0,50; 6 – λ₂ = 0,60;
- 7 – λ₂ = 0,70; 8 – λ₂ = 0,80;
- 9 – λ₂ = 0,90

3. Выбираем конструктивно длину межцентрового расстояния, определяем размеры звеньев ККМ в миллиметрах.

Пример 1. Определить размеры звеньев семейства ККМ-45°, если в области существования (рис. 5) известна точка с координатами λ₂ = 0,70 и λ₂ = 0,60.

По соотношению (6) установим, что λ₁ = 0,11. Зададим конструктивно l₀ = 100 мм, тогда получим l₁ = 11 мм, l₂ = 70 мм; l₃ = 60 мм.

Б. Относительная длина шатуна λ₂; ограничения по минимальному углу передачи μ_{min}. Этапы вычислительной процедуры:

1. Выбираем кривую, соответствующую значению λ₂ (рис. 7);
2. По рис. 7 находим значение λ₁, при котором выполняется ограничение по углу μ_{min};
3. Определяем относительную длину коромысла λ₃ по соотношениям (4), (6) или (8);
4. Уточняем фактическое значение минимального угла передачи по (10)–(15); проверяем соответствие введенному ограничению по углу μ_{min}.

Пример 2. Спроектировать ККМ-45°, в котором при относительной длине шатуна λ₂ = 0,80 минимальный угол передачи должен быть не меньше 45°.

На рис. 7 выбираем кривую 8, эта кривая построена при λ₂ = 0,80. Видим, что условие μ_{min} ≥ 45° выполняется при λ₁ = 0,14. По соотношению (6) для ККМ-45° определяем относительную длину коромысла. Имеем λ₃ = 0,42. Зная длины λ₁ и λ₂, по соотношению (13) уточняем фактическое значение минимального угла передачи. Угол передачи λ_{min} = 45°29', что удовлетворяет условию числового примера.

В практическом плане выделенные семейства ККМ предпочтительны для применения в составе транспортно-технологических машин с возвратно-поворотным движением рабочего органа [1, 2].



Рабочая нагрузка таких машин изменяется в интервале рабочего хода по комбинированному закону, сочетающему приближенно постоянный характер изменения нагрузки в начале рабочего хода и уменьшающийся к концу этого интервала.

Основные результаты работы.

1. Теоретически установлены математические модели, выявлены области существования семейств ККМ с функцией угла передачи, изменяющейся в интервале рабочего хода по комбинированному закону.

2. Предложены соотношения и графические интерпретации для угла передачи семейств ККМ в виде, удобном для решения практических задач проектирования.

3. Разработана методика метрического синтеза трех семейств ККМ как базовых механизмов транспортно-технологических машин. Эта методика позволяет повысить качество проектирования объекта исследования и снизить трудовые затраты при проектировании ККМ.

Литература

1. Манипулятор для передачи изделий / Горлатов А.С., Середина Н.А.: пат. 2390406 Рос. Федерация. № 2008150307/02; заявл. 18.12.2008; опубл. 27.05.2010. Бюл. № 15. – 8 с.

2. Манипулятор для передачи изделий / Горлатов А.С., Середина Н.А.: пат. 2356726 Рос. Федерация. № 2007136532/02; заявл. 02.10.2007; опубл. 27.05.2009. Бюл. № 15. – 5 с.

3. Устройство для послышной укладки штучных изделий / Горлатов А.С., Фетисова Е.Г., Гончарова Н.А.: пат. 2151087 Рос. Федерация. № 981-13346/13; заявл. 16.07.1998; опубл. 20.06.2000; Бюл. № 17. – 10 с.

4. Марголин Ш.Ф. Теория механизмов и машин: теория, примеры, графические работы. – Минск: Высшая школа, 1968. – 375 с.

5. Крайнев А.Ф. Механизмы машин. Функция, структура, действие. – М.: Издательский дом «Спектр», 2016. – 176 с.

6. Артоболевский С.И. Теория механизмов и машин. – М.: Высшая школа, 1968. – 366 с.

7. Левитская О.Н., Левитский Н.И. Курс теории механизмов и машин. – М.: Высшая школа, 1985. – 279 с.

8. Колчин Н.И. Механика машин: в 2-х т. – М.-Л.: Машгиз, 1963. – Т.1. – 550 с.

9. Горлатов А.С., Середина Н.А., Фатыхов Ю.А. Семь групп шарнирных четырехзвенных механизмов: геометрическая проворачиваемость и угол передачи // Справочник. Инженерный журнал с приложением. – 2016. – № 2. – С. 19–26.

Groups of the Crank-Beam Mechanisms with the Function of the Transmission Angle, Changing on the Combined Law

N.A. Sereda, leading programmer of «Theory of Mechanisms and Cars and Detail of Cars» department of the Kaliningrad state technical university; Kaliningrad;

e-mail: seredana27@yandex.ru

Summary. In work the analysis of methods of metric synthesis of the crank-rocker mechanisms is carried out. The mathematical model of groups crank-rocker mechanisms with the maximum of function of transmission angle equal 90° , at the crank angle of rotation equal 30° , 45° and 60° are offered. The areas of existence of three groups of mechanisms defining conditions of a geometrical steer of such mechanisms are theoretically established. The technique of metric synthesis of three groups of the crank-beam mechanisms allowing to increase quality and to lower labor expenses at the solution of practical problems of design is offered.

Keywords: crank-beam mechanism, metric synthesis, methods, mathematical model, geometric steer, synthesis technique.

References:

1. Gorlatov A.S., Sereda N.A. The manipulator for transfer wares. Patent 2390406 of the Russian Federation. № 2008150307/02; stated 18.12.2008; published 27.05.2010. Bulletin № 15. 8 p.

2. Gorlatov A.S., Sereda N.A. The manipulator for transfer wares. Patent 2356726 of the Russian Federation. № 2007136532/02; stated 02.10.2007; published 27.05.2009. Bulletin № 15. 5 p.

3. Gorlatov A.S., Fetisova E.G., Goncharova N.A. The device for layer-by-layer laying of piece wares. Patent 2151087 of the Russian Federation. No. 98113346/13; stated 16.07.1998; published 20.06.2000. Bulletin № 17. 10 p.

4. Margolin Sh.F. Theory of mechanisms and machines: theory, examples, graphic works. Higher school. 1968. Minsk, 375 p.

5. Kraynev A.F. Mechanisms of machinery. Function, structure, action. Publishing house Spektr. 2016. Moscow, 176 p.

6. Artobolevskiy S.I. Theory of mechanisms and machines. Higher school. 1968. Moscow, 366 p.

7. Levitskaya O.N., Levitskiy N.I. Course of the theory of mechanisms and cars. Higher school. 1985. Moscow, 279 p.

8. Kolchin N.I. Mechanics of machines in 2 volumes. Volume 1. Mashgiz. 1963. Moscow, 550 p.

9. Gorlatov A.S., Sereda N.A., Fatykhov Yu.A. Seven groups of jointed four-link mechanisms: geometrical steer and transmission angle. Handbook. An Engineering Journal with the application. 2016. № 2. Pp. 19–26.

Менеджмент качества в системе корпоративного управления

В.А. Лapidус

д.т.н., профессор, заведующий кафедрой «Производственный менеджмент и логистика», НИУ «Высшая школа экономики – Нижний Новгород», генеральный директор ООО «Центр «Приоритет», Академик Международной Академии Качества (IAQ); г. Нижний Новгород

e-mail: lapidus@centr-prioritet.ru

Аннотация: в статье рассмотрены вопросы управления качеством в контексте корпоративного управления. Кратко проанализирован опыт развития отечественного менеджмента, выделена так называемая Г-образная модель управления качеством, совмещающая в должности генерального конструктора роли главного конструктора и директора предприятия.

Рассмотрены корневые причины нерезультативности СМК и дается их классификация на современном этапе. Поднимается вопрос об ответственности, уточняются ее трактовки.

Предложены подходы к интеграции Лин-менеджмента и менеджмента качества.

Ключевые слова: качество, корпоративное управление, презумпция ответственности, системы менеджмента качества, бережливое производство (Лин).

Менеджмент качества в России представляет собой сложную и многогранную картину, связанную с особенностями деятельности российских предприятий.

Есть российские компании, которые успешно используют современные концепции менеджмента качества и вносят заметный вклад не только в практическое распространение принципов менеджмента качества в России, но и в теоретическое развитие идей качества.

Существуют предприятия, опирающиеся на модели управления, созданные в советское время, которые пытаются освоить современные модели менеджмента качества, соответствующие международным стандартам ISO 9000 и др., за счет преобразования используемых систем менеджмента.

Следует отметить часто возникающие ситуации неполного понимания смысла международных стандартов ISO серии 9000 и требований отраслевых стандартов, вызванные чрезмерным вниманием к собственным особенностям осуществляемой деятельности.

В статье рассмотрены краткая история развития менеджмента качества в СССР и России, диагностика системных причин проблем СМК в российских компаниях, главная из которых – бегство от ответственности, а также пути устранения проблем СМК на основе презумпции ответственности.

История развития менеджмента качества в СССР и России

Известно, что в бывшем СССР системному управлению качеством уделялось большое внимание. Начало этой деятельности, как принято считать, было положено созданием системы без-

дефектного изготовления продукции (рис. 1), разработанной на машиностроительных предприятиях Саратовской области в середине 1950-х гг.

В период с начала 1953 до середины 1960-х годов наблюдался крупнейший расцвет советской экономики. На этот период пришлось создание знаменитых систем качества, таких как горьковская КАНАРСПИ (Качество, надежность, ресурс

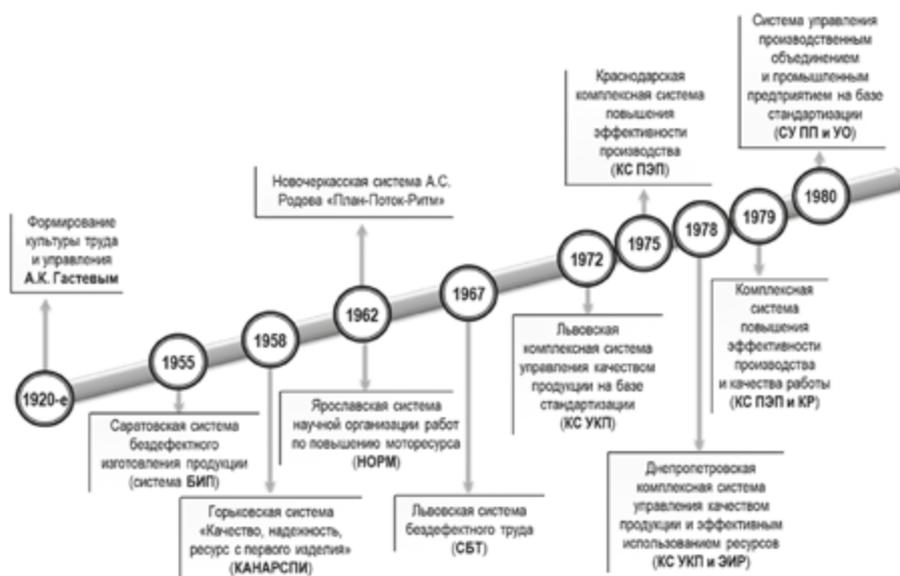


Рис. 1. Исторические корни принципов менеджмента качества в России

с первого изделия – 1958 г.), ярославская НОРМ (научная организация работ по обеспечению моторесурса), а также львовская система бездефектного труда (1967 г.). Надо сказать, что начавшийся в тот период подъем человеческого энтузиазма и инициатив привел в итоге к развитию комплексных систем управления качеством и повышения эффективности производства в 1970–1980-х гг. Среди таких систем львовская, днепропетровская, краснодарская и др. системы.

Важным явлением можно назвать систему А.С. Родова «План – Поток – Ритм», впервые опубликованную в 1964 году, в которой А.С. Родовым были найдены те же самые институциональные решения, что и в производственной системе Тойоты (TPS). Система «План – Поток – Ритм» была ориентирована на творческое поведение людей за счет особенной промышленной культуры, способствующей проявлению инициатив. Это была система децентрализованного внутреннего планирования, в которой впервые в известной нам исторической практике России заговорили о производстве как управлении потоками, было четко понято значение термина «временной ритм», который обеспечивает управление потоками. Синхронизируя их, обеспечивая их соединение в более мощные потоки, были найдены решения децентрализованного планирования. В этом смысле можно определенно сказать, что культурная почва исторически существовала, и есть надежда, что эта культурная почва в виде творчества народа, его способности к изменениям, к самоуправлению сохраняется и по сей день.

Тем не менее, в 1960–1970-х гг. качество рассматривалось как техническая задача и главными действующими (ролевыми) лицами были: конструктор, технолог, производитель и контролер качества. Качество в конструкцию закладывал конструктор, технолог разрабатывал процессы производства, производителем отводилась роль исполнителей. Контролер должен был проверить соответствие продукции требованиям конструктора. Подчеркнем, что не ставились задачи проверять соответствие требований конструктора запросам рынка, и возможности процессов обеспечить соответствие требованиям конструктора (эти задачи стали решаться в конце XX века). Качество рассматривалось как техническая задача и обеспечивалось через серию испытаний (И) и технический контроль качества (КК), осуществляемые отделом технического контроля (ОТК) (рис. 2).

В мировой литературе по инициативе Дж. Джурана, классика менеджмента качества, принято рассматривать две категории качества: большое Q и малое q (Q и q – начальные буквы англ. слова *Quality* – качество). Большое Q характеризуется



Рис. 2. Традиционная модель обеспечения качества в середине XX века

заявленными проектными характеристиками продукта и степенью соответствия их требованиям и ожиданиям потребителя. Малое q – степень соответствия готового продукта заявленным характеристикам. Степень соответствия q измеряется, как правило, уровнем несоответствий, дефектов, брака. Образно говоря, Q – это фронт-офис, а q – бэк-офис системы менеджмента качества.

В середине XX века основное внимание в западной промышленности уделялось большому Q , а вопросы качества были прерогативой инженерно-технических специалистов. При этом значение q было на уровне нескольких процентов по операциям, и это значение устраивало бизнес.

В СССР в авиационной, космической и оборонной отраслях промышленности на стратегически важных предприятиях ставка была сделана на конструкторов, и главный конструктор имел статус генерального конструктора, то есть фактически статус генерального директора. Таким образом, конструктор получал полную административную власть и возможность диктовать требования к качеству и принуждать к исполнению технолога и производителя, то есть сложилась уникальная Г-образная модель управления, реализующая функции фронт-офиса или большого Q (рис. 3).

Указанная Г-образная модель управления до сих пор проявляется в базисных принципах менеджмента качества указанных отраслей. У нее есть свои достоинства и недостатки.

В большом Q это приносило результаты в части управления целями, требованиями и, главное, конфигурацией. В рамках большого Q советская



Рис. 3. Г-образная модель обеспечения качества

модель управления качеством хорошо решала вопрос управления тактико-техническими характеристиками (ориентация на конкурента/врага) и плохо – вопросы управления эргономическими, экономическими и временными параметрами качества. Тем не менее, создавались семейства (линейки) продуктов, ориентированные на определенные категории клиентов и услуг (например, самолеты ТУ-104, ТУ-134, ТУ-154).

В малом q это разрывало цепь обратной связи в цикле PDCA и ограничивало уровень несоответствий в пересчете на одну операцию $10^{-1} \dots 10^{-2}$. В мировой современной практике – $10^{-5} \dots 10^{-6}$.

В 1990-е гг. все больше внимания стали уделять ролевой модели менеджмента, т.е. первичной ответственности за качество топ-менеджеров. В первое десятилетие XXI века ролевая модель изменилась в связи с усилением конкуренции и прежде всего конкуренции на основе качества. Помимо обеспечения большого Q для потребителя приобретает большее значение и малое q .

Поэтому в современной модели качества совместное обеспечение большого Q и малого q стало стержневой частью бизнес-модели, где задача топ-менеджера – конвертировать деньги акционеров, собственников в ценности для потребителей (качество, стоимость потребления, доступность сервиса) и через второй цикл конвертации (продажи) вернуть деньги акционерам с прибылью.

В настоящее время менеджмент качества направлен на управление конфигурацией, создание линеек или семейств продуктов, дифференцированных на ниши потребителей по различным критериям: ценовым, территориальным и функциональным. Для обеспечения качества создается система процессов, позволяющая производить продукцию с установленными характеристиками. Данный подход обеспечивает гибкость и уменьшает риски бизнеса в связи с возможностью маневра по линейкам продуктов. Таким образом, в современной модели корпоративного управления качеством данные подходы позволяют управлять большим Q или конфигурацией, опираясь на гибкие производственные системы, в том числе бережливое производство, а также на малое q , в котором уровни дефектов/несоответствий доведены до нескольких единиц на миллион возможностей (*parts per million – ppm*).

В связи с этим во главе менеджмента качества, как правило, стоит первый руководитель (СЕО, Генеральный директор), задача которого – создать систему менеджмента, в которой каждый сотрудник знает свою роль, ответственность и имеет необходимые полномочия, ресурсы и компетенции. При этом дополнительные административные ресурсы делегируются директору по качеству (или одному

из руководителей, как дополнительная роль) в части инициирования и реализации действий по поддержанию, развитию и улучшению системы.

Исследуя негативный и позитивный опыт компаний, можно выявить ключевые недостатки систем менеджмента, применяемых в корпоративном управлении, возникающих как на уровне руководства, так и на уровне исполнения.

Разделение труда на руководство и исполнение, которое было научно обосновано в начале XX века Ф. Тейлором, предполагало и предполагает разделение ответственности между сотрудниками. Циклы обратных связей в менеджменте, введенные в 1920-х годах В. Шухартом и развитые в 1950-е годы Э. Демингом, уточнили распределение ответственности при реализации корректирующих и предупреждающих действий и добавили в ответственность исполнителей два важных момента:

- информирование руководителей о несоответствиях и их возможных причинах;
- участие исполнителей в реализации корректирующих действий.

Это привело к уточнению и, надо сказать, к усложнению понимания ответственности, а также к искажению ее распределения.

Расширение полномочий руководителей по принуждению исполнителей к выполнению заданий, приказов и распоряжений стало причиной искажения распределения ответственности между руководителями и исполнителями. Расширенные полномочия, закрепляемые правами вынесения наказаний исполнителям в той или иной форме (депремирование, выговоры, замечания и т.п.), создавали для руководителей соблазн неисполнения своей ответственности перед исполнителями и переноса ответственности за неудачи на последних. Неслучайно сложилась управленческая практика, которая сегодня никого не удивляет, когда **ответственность за успех и за неудачу одной и той же работы несут разные люди**. Парадоксально, но со временем административные системы корпоративного управления становятся крайне заинтересованными в таких системах, где принципы определения и распределения ответственности запутаны, непонятны и искажены.

В компаниях, работающих на основе частного права, существует контроль практики распределения и соблюдения ответственности. Он реализуется через институты корпоративного управления, либо через прямой контроль собственников, кровно заинтересованных в эффективности деятельности и не вовлекаемых в игры с безответственностью.

Длительное отсутствие институтов частного права и их восстановление в неполной и искаженной форме привело к созданию порочных циклов избегания ответственности с обеих сторон: со стороны



руководителей это чаще всего связано с некомпетентностью, а со стороны исполнителей – с необеспеченностью заданий соответствующими методами и ресурсами. Избегание ответственности способствовало усилению трактовок той ее части, которая связана с неудачами (браком, дефектами, несоответствиями, проблемами, авариями и т.п. «прелестями»), и забвению другой части ответственности, связанной с взятием на себя обязательств, оценкой возможностей выполнения работы и предоставлением четких сигналов о том, будет или не будет выполнена работа в данной постановке задачи.

Усиление трактовок ответственности как вины за неудачи привело к усилению изоэщенности бегства от ответственности, что в свою очередь способствовало развитию репрессивного характера современного менеджмента. Изоэченность защиты и бегства от ответственности проявляется со стороны исполнителей в виде выставления явно завышенных требований к предоставлению ресурсов и стремления к коллективным формам ответственности. Часто специалисты увлекаются установлением завышенных требований к качеству, невыполнимых на практике, что защищает, например, конструкторов от ответственности в случае неудач.

Потеря понимания ответственности приводит к постоянным конфликтам, интригам, бесконечным совещаниям как ритуальным формам коллективной безответственности, а в итоге – к подъему на вершину менеджмента людей некомпетентных, но способных доминировать и оказывать психологическое давление на подчиненных, не желающих брать на себя одностороннюю ответственность.

Казалось бы, всего этого достаточно, чтобы компании с потерянным чувством ответственности давно проиграли и исчезли с полей конкуренции, однако они живут, и пока их, к сожалению, большинство. Взывая к государственной поддержке, они защищаются от конкуренции, стараются добывать деньги и другие ресурсы, не создавая ценности, а перераспределяя ресурсы, перекачивая их из ресурсных отраслей, где природная рента закрывает прорехи менеджмента.

С другой стороны, коллективный инстинкт самосохранения приводит к самоотверженности работников, порой к героизму (задумайтесь над смыслом словосочетания «герой труда»), готовности работать по 12–16 часов в день, не жалея себя и своих сотрудников. Труд как жертва, как героизм – полная противоположность трактовке труда Э. Деминга – «радость в труде».

Самая лучшая практика восстановления первичного смысла ответственности была осуществлена в системе «Бриллиант», созданной в компании «Инструм-РЭНД» (г. Павлово Нижегородской области) под руководством В.Н. Сорокина [1].

Диагностика системных причин проблем СМК в российских компаниях

За более чем 20-летний период реформ Россия, к сожалению, не может похвастаться большими успехами в области качества. Многие проблемы российского качества связаны с пост-советским производственными отношениями. Поиск причин этих проблем требует возвращения к истокам – осмыслению, что такое система менеджмента качества (СМК), ибо по международным стандартам СМК охватывает не только фундамент, но и более высокие этажи здания качества, а наши проблемы находятся на уровне фундамента и первых этажей.

В большинстве компаний основное внимание при построении СМК уделялось процессам жизненного цикла продукции и значительно меньше – вопросам ответственности руководства и в целом – вопросам распределения ответственности между участниками трудовой деятельности. Чаще всего вопрос сводился к декларации политики руководства в области качества и анализу руководством отчетов о качестве. В западной управленческой культуре вопросы понимания ответственности находятся на более высоком уровне, там давно отказались от поиска виновных, наказаний за ошибки и несоответствия, и, по-видимому, вопросы распределения ответственности не являются центральными в менеджменте качества. Однако для российской практики они определяющие.

Дефицит внимания к вопросам распределения ответственности между участниками трудовой деятельности приводит к болезням промышленных предприятий и организаций обслуживания. Диагностика системных причин проблем СМК в российских компаниях выявила 6 основных «заболеваний» постсоветских систем менеджмента, которые в шутку можно назвать «замки слоновой кости» и «замки IF» (рис. 4).

Три «замка слоновой кости» находятся на уровне руководителей и специалистов:

- 1) бегство от ответственности;
- 2) дефицитное ресурсообеспечение;
- 3) «тройной стандарт» – болезнь взаимодействия конструкторов, технологов, производственников.

Три «замка IF» находятся на уровне исполнителей:

- 4) сокрытие и/или искажение информации;
- 5) пренебрежение правилами, инструкциями;
- 6) бездействие при возникновении проблем.

При этом во главе всех проблем стоит явление безответственности.

Замки слоновой кости и замки IF являются образом, метафорой, используемыми для описания нескольких явлений, порождаемых кривыми толкованиями ответственности.



Рис. 4.
Модифицированная
модель СМК
в соответствии
с ISO 9001

ству и безопасности, технологи создают возможности выполнения требований, а производители должны выполнять эти требования. Стремясь к уменьшению уровня своей ответственности, конструкторы ужесточают конструктивные тре-

бования, понимая, что если эти требования технологи выполнить не смогут, то при возникновении аварий и происшествий невыполнение конструкторских требований автоматически снимает ответственность с головы конструктора и переносит ее на голову технолога. Примерно так же поступают и технологи, пытаясь переложить ответственность со своей головы на головы производителей за счет разработки не всегда выполнимых технологических процессов и режимов обработки.

Производители, получив завышенные требования, не пытаются их выполнить, а устанавливают свои собственные требования, по которым и выполняют работу. Такая система работает с замкнутым циклом, порождающим порочную динамику – чем меньше производители соблюдают требования, тем жестче становятся требования конструкторов и технологов и тем изощреннее методы воздействия.

Повторим, «замки слоновой кости» появляются на уровне руководителей и специалистов. При разделении труда руководители и специалисты отвечали за планирование и стандартизацию, а рабочие – за выполнение работы в соответствии с установленными планами и стандартами. Менеджеры и инженеры отвечали за проверку отклонений результатов работы от планов и норм, применяя корректирующее воздействие, если таковое было необходимо. Другими словами, менеджеры отвечали за три этапа *PCA* («планируй» – «проверяй» – «действуй») цикла *PDCA*, а рабочие – за фазу *D* («выполни») (рис. 5). Подобная работа была эффективна при идеальных планах и стандартах..., но, к сожалению, в действительности человеку невозможно разработать идеальный план.

Первый замок слоновой кости – **бегство от ответственности** – описывает явление ухода руководителей от своей ответственности, их отказ от поддержания взаимного договора об ответственности с исполнителями. Первичной ответственностью руководителей является обеспечение взаимосогласованности пяти элементов: требований к результату работы; методов работы; необходимых ресурсов; требований к контролю и мотивации. Если руководство не реализует свою ответственность по установлению данных элементов и их взаимосогласованию, это порождает бегство от ответственности исполнителей.

Второй замок слоновой кости – **дефицитное ресурсообеспечение** – сложившаяся практика недостаточного обеспечения исполнителей необходимыми ресурсами, которая порождается безответственностью руководителей. Требование ресурсов исполнителем и выделение ресурсов руководителем, по сути, является определенной ритуальной игрой, в которую вынуждены играть обе стороны. Исполнитель, получив задание без должной гарантии возможности его выполнения, начинает просить больше ресурсов, чем требуется. Руководитель, зная, что исполнитель будет просить завышенные ресурсы, сразу же планирует сократить запрашиваемые ресурсы, не слушая доводы исполнителя. При этом исполнитель, наперед предвидя реакцию руководителя по сокращению объема ресурсов, начинает требовать еще больше ресурсов. Поговорка «Проси больше, дадут меньше» хорошо показывает смысл ритуальной борьбы за ресурсы.

Третий замок слоновой кости – **тройной стандарт** – представляет собой болезнь взаимодействия конструкторов, технологов и производителей. Конструкторы устанавливают требования к каче-



На уровне исполнителей действуют еще три замка – «замки *IF*». Автор выделяет 3 «замка *IF* (Иф)» российского качества (3 основные причины неуспеха – от англ. 3 *if* = 3 если):

- доминирование в культуре личного мастерства в ущерб соблюдению правил, стандартов и регламентов при выполнении работы;
- бездействие или сокрытие (искажение) информации о несоответствиях, дефектах, проблемах;
- репрессивный менеджмент и персональная ответственность за брак (рис. 6).

Разрабатываемые инженерами конструкторская, технологическая документация, стандарты работы часто не соответствуют друг другу, что приводит к пренебрежению стандартами исполнения, технологией, инструкциями. Кроме того, приоритет личного мастерства рабочего над исполнительской дисциплиной также приводит к появлению **первого замка *IF* – невыполнение работы точно, строго по стандартным методам.**

Несоответствие требований к качеству и методов выполнения работы могут приводить

к появлению несоответствий и дефектной продукции. В этом случае исполнитель выполняет работу обычно по своему «разумению». В условиях *R*-менеджмента страх быть наказанным заставляет исполнителя скрывать информацию о несоответствиях, проблемах, ошибках, что приводит к появлению **второго замка *IF* – сокрытие, искажение информации.** Часто появление второго замка *IF* вызывается оппортунизмом исполнителей.

Методы контроля, разрабатываемые инженерами на стадии проектирования, направлены на измерение соответствия результатов работы – продукции или услуги – требованиям. Обычно контроль не предполагает проверку адекватности требований к результатам и методов выполнения работы. Выявленные же при контроле несоответствия по умолчанию рассматриваются как неправильные действия исполнителя, как невыполнение им установленных (и всегда правильных) требований к результатам. Управленческие решения по результатам контроля принимаются менеджерами без привлечения исполнителей, что приводит к появлению **третьего замка *IF* – бездействие при возникновении проблемы.**

Власть, данная руководителю, создает соблазн всегда считать, что причина несоответствия – неправильные действия исполнителя. Однако, как правило, даже хорошо выполненные конструкторские и технологические разработки дают несоответствия около процентов. Современная промышленность требует уровня качества, измеряемого не в процентах (10^{-2}), а в десятичных долях процента (10^{-6}).

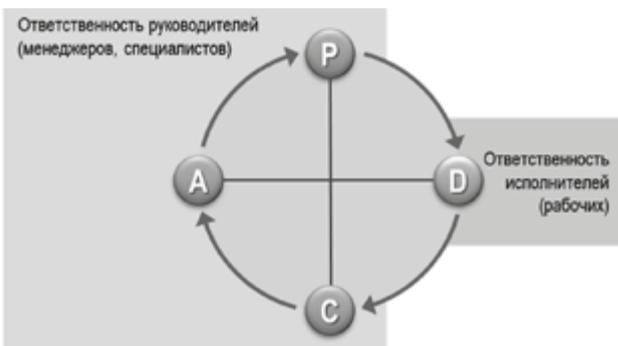


Рис. 5. Ответственности руководителей и исполнителей



Рис. 6. Три замка *IF* российского качества

Наличие хотя бы одного замка *IF* разрушает систему улучшений. Улучшения невозможны, если (*if*):

- нет культуры воспроизводимости методов работы – не соблюдаются технологии, стандарты работы;
- система наказаний за ошибки приводит к сокрытию и искажению информации о проблемах, т.е. к оппортунизму исполнителей и бегству от ответственности;
- выявленные проблемы не порождают корректирующих действий – наблюдается бездействие.

Наличие трех барьеров на пути преобразований (трех замков *IF*) не только делают невозможным осуществление преобразований в компании, но и видоизменяют цикл управления *PDCA*. Отсутствие анализа соответствия требований к результатам, требований к содержанию работ и методам выполнения работ приводит к искажению цикла *PDCA* – появление циклической последовательности *PDCA* (рис. 7).

Основная задача по устранению барьеров на пути преобразований – преобразование культуры и систем менеджмента, направленное на разрушение трех замков с тем, чтобы создать условия для управления качеством и повышения эффективности.

Основа изменения систем улучшений – **презумпция ответственности**. Презумпция ответственности – исходное предположение о том, что причиной недостижения целей (невыполнения требований) являются не ошибки или неправильные действия исполнителя, а несоответствие возможностей методов, включая необходимые ресурсы, целям и требованиям. Другими словами, суть презумпции ответственности состоит в следующем: **ответственность исполнителей вступает в силу только после реализации руководителями своей ответственности**.

Исполнитель предполагается ответственным, т.е. выполняющим все предписанные ему действия для достижения целей.



Рис. 7. Искривление цикла *PDCA*

Контроль качества проводится не с целью проверки исполнительности работника, а с целью выявления несоответствия требований и методов. Это обеспечивает активное участие исполнителя как в процессах контроля и их анализе, так и в разработке предложений по корректирующим действиям, направленным на обеспечение соответствия требований и методов.

Об ответственности

Сегодня главной проблемой корпоративного управления качеством можно назвать использование принципа персональной ответственности. Если управление предприятием, как сложной системой, основывается на принципе персональной ответственности, то это ведет к поиску виновного, допустившего появление проблемы с качеством, и его наказание. Но поиск и наказание виновного в выявленной проблеме исключает всю информацию о потенциальных проблемах.

Все проблемы содержатся в системе, а наказание и увольнение отдельных людей систему не меняют. Бывают плохо работающие люди, но почему система допускает, что они плохо обучены и плохо работают? Именно задача системы (в данном случае системы менеджмента качества) обеспечить обучение людей, наличие у них мотивации и необходимых ресурсов. Только когда все элементы системы выстроены, и у нее есть все возможности соответствовать требованиям СМК, только тогда возникающие проблемы объясняются плохой, неудачной или ошибочной работой людей.

Часто подобные рассуждения приводят к мысли – а не начать ли работы по качеству с начала? Однако этот вопрос порождает другой вопрос: где же это начало?

Мы предлагаем вернуться к истокам тейлоризма. Всего лишь 100 с лишним лет назад Ф. Тейлором был введен принцип разделения труда на руководство и исполнение. Ответственность руководителей была в установлении следующих пяти элементов:

- 1) требования к количеству и качеству производимой продукции;
- 2) определение метода и стандарта работы;
- 3) установление метода контроля;
- 4) обеспечение ресурсами;
- 5) мотивация исполнителя.

Руководители устанавливали вышеперечисленные пять элементов с помощью специалистов, в том числе, конструкторов и технологов, в обязанности которых входило представление сложного изделия в виде отдельных элементов, к каждому из которых установить требования по качеству и методы контроля для обеспечения собираемости этих элементов. Технологи должны были найти метод, позволяющий



реализовать то, что «нарисовал» конструктор. Производственные специалисты должны были обеспечить реализацию производственных процессов, рабочие должны были выполнять каждый свое задание. Отметим, что в данной системе рабочий был только исполнителем, и его мнение в отношении всех перечисленных элементов организации работы никто не спрашивал. В рыночной же экономике на систему отношений сильное влияние (как прямое, так и косвенное) оказывали потребители, в том числе и на руководителей с целью постоянного улучшения вышеперечисленных элементов организации работы. Вне рыночной экономики, к которой относился Советский Союз, давление потребителя было ничтожным.

Однако в середине прошлого века данная система исчерпала себя даже в рыночной экономике, и во всем мире началось движение по ее пересмотру. В мире росло понимание, что нужны радикальные изменения, так постепенно возникла новая концепция, суть которой была проста. Прежде всего, перестать контролировать рабочего-исполнителя сверху вниз, а рассматривать контроль как поддержку процесса, который он выполняет, то есть контролировать не человека, а процесс. В ходе такого контроля проверяется и исполнитель: если у него есть стандарт работы, все ли он делает в соответствии со стандартом?

Далее идея состояла в том, чтобы связать различные элементы работы в некоторую цепочку операций процесса. Возникли такие понятия, как «внутренний поставщик», «внутренний потребитель» и «владелец процесса». Между ними стали устанавливаться определенные отношения, которые привели к процессному подходу, и именно он стал основой новых стандартов ISO серии 9000 по системам менеджмента качества. Неслучайно данные системы стали называться системами **менеджмента** качества – именно менеджмент (руководство) должен был организовывать взаимосвязь специалистов и служащих, обеспечив их ресурсами, информацией, а также рабочих, чтобы они могли работать вместе в одной системе.

Нужно подчеркнуть, что процессы – не единственное, о чем говорилось в стандартах. Стандарты, кроме того, определяли ответственность руководства, менеджмент ресурсов, мониторинг и процессы улучшений. В силу разных причин разговор о менеджменте ресурсов и об ответственности был недостаточно конкретным в отличие от менеджмента процессов реализации продукции. Последние были подробно описаны, и все с головой «утонули» в процессах.

Можно выделить три уровня процессов. Под первым уровнем принято понимать процессы исполнения операций, изготовления деталей. Если мы соединяем между собой элементарные процессы первого уровня отношениями «вход-выход»,

строим цепочки процессов – это второй уровень процессов. Наконец, когда выстроились цепи и сети процессов, на них надо посмотреть с более высокого уровня, «выровнять», «выпрямить», наполнить потоками создания ценности – это процессы третьего уровня, уровня ландшафтов процессов. По сути, в стандартах ISO серии 9000, начиная с версии 2000 года, описаны процессы третьего уровня.

Когда в результате акцента на третьем уровне и системе процессов из поля зрения выпали конструктор, технолог и роль рабочего, то в центре менеджмента качества остались только стандарты, описывающие ландшафт процессов. Но никто не заменит хорошего конструктора и технолога. Можно привести аналогию взгляда на поселок из Google: мы начали смотреть сверху, видеть движение транспорта, перемещения животных и отдельных людей, но что происходит внутри домов, на участках осталось за кадром. Высокий уровень управления работает эффективно только тогда, когда работают все нижестоящие уровни – конструкторский, технологический, мотивационный и обеспечивающий ресурсами, в т.ч. и информацией.

Следует подчеркнуть смысл слова «тотальный» (*Total Quality Control, Total Quality Management*), который заключается в том, что за качество отвечают все сотрудники компании. Когда-то А. Фейгенбаум, автор концепции *Total Quality Control*, четко и остроумно заметил, что когда за качество отвечают все, это может означать – никто. Задача системы – сделать так, чтобы и все, и каждый в отдельности отвечал за свою работу, и все отвечали за общий результат.

Главное на сегодня – реализовать данный принцип так, чтобы за качество отвечали все и каждый. Подчеркну, что именно с вопросов ответственности нужно начинать посторонние любых систем, в том числе, и системы менеджмента качества. Мы сформулировали подход, который назвали **презумпция ответственности** [2]. В рамках данного подхода, мы разделили ответственность на **персональную и коллективную. Персональная ответственность бывает двух видов (ответственность причин и результатов и ответственность вины). Коллективная включает в себя три вида: солидарную ответственность, системную и ответственность за нанесенный ущерб** (рис. 8).

Самой главной персональной ответственностью мы считаем ответственность причин и результатов, т.е. ответственность человека, который знает причины, по которым он может прийти к результату, и себя рассматривает как основную причину будущего результата. Данный вид ответственности – мотивационный. Принимающий на себя такую ответственность человек как бы говорит: «У меня есть знания,



Рис. 8. Виды ответственности

умение и опыт, и я готов это сделать, если вы мне предоставите соответствующие ресурсы. Если по каким-то причинам результат не получится, то я готов на компенсации». Это главная персональная ответственность – ответственность мотивированного и вовлеченного человека, знающего эти мотивы.

Второй вид персональной ответственности – **ответственность вины**, который наступает в том случае, если человек нарушил запреты, табу, действующие в компании. Что чаще всего сводится либо к несоблюдению правил работы (инструкций, стандартов работы, сокрытию и искажению информации и бездействию при наличии явных проблем, мешающих выполнению работ) – это зона преступления. Отметим, что в России зачастую понятие ответственности подменяется понятием вины, и в результате, говоря об ответственности, имеют в виду наказание конкретных людей. Неслучайно говорят: «понес ответственность», имея в виду «понес наказание», – что лишь подтверждает наличие перекоса в сторону ответственности вины.

Ответственность за нанесенный ущерб должна быть коллективной. Да, можно ошибиться, взяв на себя первый вид ответственности, сделать что-то не так: ошибся, рука дрогнула, ночь была слишком тяжелая. Все бывает – брак, несоответствие, непреднамеренная ошибка, но не ложь и не коварство. Это правило цепочки действий. У одного произошел сдвиг на миллиметр, у второго – на два, у третьего станок не сработал, и только у четвертого это все развалилось. Когда-то один молодой рабочий говорил: «Я дефект только заканчиваю, делают его многие». И чтобы не мучиться, что кого-то надо наказывать (а если наказывать, давно известно, что все будут прятаться от ответственности), во всем мире перестали наказывать за брак, за дефекты. Ответственность за ущерб должна быть коллективной, как это ни странно. Что это означает? Работали все вместе – получился брак, все вместе будем думать, в чем причина, как искоренить эту причину и как снижать потери. А спасенные деньги распределим: что-то менеджменту, что-то владельцу, что-то нам, рабочим, что-то на развитие и на зарплату. Примерно такая система была реализована в свое время на Павловском заводе «Инструм-РЭНД» – система «Бриллиант».

Особо необходимо подчеркнуть важность соотношения вертикалей и горизонталей корпоративного управления. Под вертикалью подразумевается система административных приказов, распоряжений, распределение объемов (планирование), определение характера работы, обеспечение ресурсами. Горизонталь – это протянутые от потребителей цепочки заказов с их потребностями, которые нужно реализовать в каких-то решениях: иногда в металле, иногда в мягком хлебе, свежих овощах, иногда в модной стрижке и так далее, – все, что составляет нашу жизнь. Эта цепочка возвращается назад к клиенту уже в виде услуги, продукции, за которую он платит деньги с удовольствием или без удовольствия, но платит (всегда жаль расставаться с деньгами, но если продукт того заслуживает, то оно того стоит). И эти горизонталю необходимо выстраивать в первую очередь, бизнес реализуется в процессах, задача вертикалей – организовать эти процессы.

Сегодня наблюдаются успехи бережливого производства там, где акцент явно сделан на горизонталь. Сама философия и концепция бережливого производства убивает культ руководителя, превращает его в персону, обслуживающую бизнес-процессы, идущие от потребителя к поставщикам и производителям. Главная задача менеджмента – улучшение этих отношений, улучшение менеджмента качества (в первую очередь), а не царствование и проведение 90% времени на совещаниях. Нужно переходить к нормальной горизонтальной работе, тогда и придет успех.

Как выйти на «столбовую дорожку качества»? Сегодня главным локомотивом организационных перемен является бережливое производство (*Lean Production*), которое уже изменило многие компании: мы видим примеры ПАО «КАМАЗ», Группы «ГАЗ», ГК «Росатом» и многих других. Все они более или менее успешны, хотя и не идеальные. Успех за последние 8–10 лет налицо, они уже конкурентоспособные, потому что решили самую главную задачу – они «сплющились», убрали огромные вертикальные надстройки и подчинили все потоку создания ценности, поскольку поток создания ценности – это поток продуктов, идущих через процессы. На данном этапе основная задача – глубоко интегрировать качество и бережливое производ-



ство (Лин). Неслучайно почти на всех конференциях основная тема – Лин-качество, Лин-6 сигм.

При интеграции Лин и качества особо важно отказать от идеи контроля качества продукции, перейти на контроль процессов, на встроенное качество в процессы. Контроль качества продукции останавливает потоки, идущие через процессы, и в целом замедляет бизнес. При контроле продукции неявно подлежит контролю и исполнитель, делающий ее. Действия руководства при контроле продукции очень просты: принять продукцию, утилизировать ее в случае несправимого брака или исправить ее и, чаще всего, наказать виновного. Но руководству необходимо знать причину обнаруженного дефекта, а не только и не столько исправлять продукцию и выявлять и наказывать виновных. Необходимо выявить ту причину, которая подтолкнула к появлению дефекта, брака или потере. Поэтому руководству нужно понять, что контроль качества – это «рука мертвеца, которая с того света мешает процессу».

Интеграция качества с Лин основана на понятии встроенного качества, в том числе с использованием методологии статистического управления процессами и концепции «6 сигм» [3]. Необходимо добиваться, чтобы на ранних этапах подготовки производства процессы были отработаны до уровня «6 сигм». Это уровень, при котором мы, практически, не ожидаем ошибок, брака.

Еще один важный аспект – это сертификация систем качества, в котором также необходимо все расставить по местам. Подход на основе ответственности позволяет это сделать. Создание результативных и эффективных систем менеджмента качества – это ответственность высшего руководства перед акционерами, потребителями и персоналом. Никто не снимал и не может снять с высшего руководства эту ответственность. Ее нельзя переложить на исполнителей, также как нельзя переложить на орган по сертификации и консультантов, но всех их можно включить в эту систему. В частности, аудит 3-ей стороны, который является сущностью сертификации, является также источником независимой информации, дополняющей, проверяющей и уточняющей информацию о системе качества, идущей из внутренних источников. Достоинством информации, идущей от 3-их сторон, является возможность бенчмаркинга (сравнения с другими компаниями). Ценность сертификации систем качества состоит в том, что получение положительного результата является важным сигналом для потребителя, но это не должно быть единственной информацией, а лишь дополнительной к той, которую получает потребитель от самого поставщика, изготовителя. Главное, что нужно изменить в понимании целей сертификации, – отказаться в вопросах соответствия и улучшения систем от мотивирующей

роли сертификации. У сертификации своя роль, она заключается в подтверждении достижения определенных результатов. Эта роль существенная и важная, но более скромная, чем у высшего руководства и персонала. Опасность в том, что преувеличение этой роли приводит к девальвации самой идеи сертификации. Ибо ничто так не способствует обесцениванию, как разочарование при завышенных ожиданиях. Задача специалистов в области качества, в т.ч. и специалистов органов по сертификации, – формировать правильные ожидания.

Литература

1. Лapidус В.А. Всеобщее качество (TQM) в российских компаниях, – Н.Новгород.: ООО СМЦ «Приоритет», 2008. – С. 353-375.
2. Лapidус В.А. Бартенев Е.В. Презумпция ответственности. – Ж. «Business Excellence» № 12, 2011. С. 34-39.
3. Джордж М. Бережливое производство + шесть сигм. Комбинируя качество шести сигм со скоростью бережливого производства. / Пер. с англ. – М.: Альпина Паблшер, 2007. – 368 с.

Quality Management in System of Corporate Management

V.A. Lapidus, Doctor of Science, Professor, Head of the Department «Production Management and Logistics» of NRU Higher School of Economics – Nizhny Novgorod, General Director LLC «Centr «Prioritet», Academician of the International Academy of Quality (IAQ); Nizhny Novgorod

e-mail: lapidus@centr-prioritet.ru

Summary. The article tackles the problems of quality management in the context of corporate management. Experience of native management development is studied in short, a so called Г-model of quality management is defined that combines roles of chief engineer and company director in the title of general engineer.

Root causes of inefficiency of QMS are considered and classified according to the status at present time. Problem is responsibility is brought up and its definitions are detailed.

Approaches to integration of Lean management and quality management are suggested.

Keywords: quality, corporate management, presumption of responsibility, quality management system, lean production.

Reference:

1. Lapidus V.A. Total Quality Management (TQM) in Russian Companies. N.Novgorod, LLC «SMC «Prioritet», 2008. Pp. 353–375.
2. Lapidus V.A. Barteniev E.V. Presumption of Responsibility. Z. «Business Excellence» No. 12, 2011. Pp. 34–39.
3. George M. Lean Production + Six Sigma. Combining Six Sigma Quality with Lean Speed. Moscow. Alpina Publisher. 2007. – 368 p.

Выявление и анализ потерь при внедрении бережливого производства на промышленных предприятиях

И.В. Еманаков

аспирант Московского технологического университета (МИРЭА); Москва

e-mail: emanakov2@yandex.ru

С.А. Овчинников

к.т.н., доцент Московского технологического университета (МИРЭА); Москва

П.В. Грудзинский

аспирант Московского технологического университета (МИРЭА); Москва

Аннотация. Предложена методика для выявления и устранения существующих потерь в управленческих и производственных процессах предприятия и оценки возможных резервов повышения эффективности функционирования производственной системы предприятия.

Ключевые слова: «бережливое производство», уменьшение потерь, повышение функционирования, состояние потоков.

Относительно низкие темпы экономического роста в мире, высокие темпы технологического прогресса, а также необходимость захвата, удержания и расширения позиций на мировом рынке ставят предприятия промышленных отраслей в непростое положение.

Основная задача предприятий – выдержать конкуренцию на внешних и внутренних рынках. Эти задачи вынуждены решать компании во всем мире. Так, например, в Японии, одной из наиболее развитых стран, в результате конкурентной борьбы банкротятся 10...15 тыс. предприятий ежегодно. В то же время, выход многих российских производителей на международные рынки, перераспределение объемов экспортных поставок ставит под угрозу до сих пор устойчивое положение на внутреннем рынке, куда зарубежные предприятия способны поставлять более качественную продукцию по более низкой цене.

Таким образом, для того чтобы оставаться конкурентоспособным и обеспечить устойчивое развитие, современным организациям требует-

ся одновременно повысить качество продукции, уменьшить затраты и снизить сроки поставки продукции. Для достижения данных целей в мировой практике разработано множество подходов к управлению, среди которых одной из наиболее эффективных признана **концепция бережливого производства (Lean Production)**, объединившая различные методы управления.

Бережливое производство нацелено на **устранение потерь** во всех сферах деятельности организации, включая построение отношений с потребителями, проектирование продукции, выстраивание цепей снабжения, производственный менеджмент, транспортные и логистические операции. Целью такого производства является достижение минимальных затрат труда, минимальных сроков создания продукции, гарантированной поставки продукции потребителю, высокое качество при минимальной стоимости. При этом под потерями будем понимать любое действие, при выполнении которого расходуются ресурсы, но не создается ценность для потребителя продукции.

Накопленный международный и российский опыт в области бережливого производства [1–5] содержит примеры лучшей мировой практики применения концепции бережливого производства, однако не дает ответы на главный вопрос: как выявить потери в процессах предприятия и реализовать эффективные механизмы их устранения с использованием методов бережливого производства.

В настоящей статье предлагается методика выявления и устранения существующих потерь в управленческих и производственных процессах предприятия и оценки возможных резервов повышения эффективности функционирования производственной системы предприятия.

Методика выявления потерь в производственной системе предполагает выполнение четырех последовательных этапов (рис. 1).

Для реализации этапа **«выбор объекта анализа»** на предприятии формируется рабочая группа. Ее участники выходят на место возникновения проблемы для определения узких мест и системных ограничений в процессах. Определяют приоритетные проблемы путем мозгового штурма и производят последующее их ранжирование с учетом длительности времени производственного цикла.

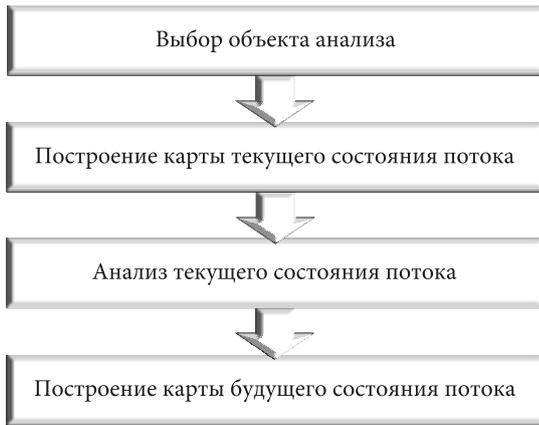


Рис. 1. Этапы выявления потерь в производственной системе

Верхний ранг (максимальное по продолжительности время цикла) является приоритетным процессом (объектом анализа). Далее строятся карты текущего состояния потока для выбранного процесса (объекта анализа).

На этапе «**построение карты текущего состояния потока**» осуществляется картирование производственных процессов с целью визуализации порядка изготовления изделий или оказания услуг путем построения карты потока.

При построении карты текущего состояния потока рабочая группа, в зависимости от поставленных целей оптимизации, определяет границы потока. Затем участники рабочей группы проходят по потоку от его начала до конца по фактической последовательности операций потока, фиксируя параметры ценности на каждой операции. Участники группы разрабатывают перечень показателей, собираемых по каждой операции потока. К основным показателям потока необходимо отнести:

- *штучное время* (время цикла) – время, за которое совершаются производственные операции, необходимые для изготовления единицы продукции в рамках одного цикла (от запуска до выпуска продукции), $t_{шт}$;

- *операционное время* (время создания ценности на каждой операции) – время, затрачиваемое на действия по созданию дополнительной ценности для потребителя продукции (внутреннего или внешнего), $t_{оп}$;

- *время такта потока* – интервал времени, в течение которого производится единица продукции, r ;

- *эффективность потока* (коэффициент эффективного использования рабочего времени) – относительный показатель, отражающий степень использования рабочего времени в производственном процессе, $K_{эф}$.

Рассмотрим подробнее расчетные соотношения для определения значений по основным показателям потока создания ценности.

Штучное время предлагается рассчитывать по формуле:

$$t_{шт} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{пер},$$

где: $t_{шт}$ – штучное время, мин.; $t_{осн}$ – основное время (время добавления ценности) – время, в течение которого происходит качественное изменение предмета труда, мин.; $t_{всп}$ – вспомогательное время – время, которое затрачивается на действия, связанные с обеспечением выполнения основной работы, мин.; $t_{обс}$ – время обслуживания – время, необходимое для поддержания рабочего места в надлежащем состоянии (организационное и техническое обслуживание производственных участков), мин.; $t_{пер}$ – время перерывов – время, необходимое на отдых и производственные надобности (переналадка оборудования, замена инструмента и т.п.), а также обусловленное технологией и особенностями организации конкретного производственного процесса., мин.

Операционное время предлагается рассчитывать по формуле:

$$t_{оп} = t_{осн} + t_{всп},$$

где: $t_{оп}$ – операционное время, мин.; $t_{осн}$ – основное время, мин.; $t_{всп}$ – вспомогательное время, мин.

Время такта потока предлагается рассчитывать по формуле:

$$r = T_{эф}/N,$$

где: r – время такта потока, мин./шт.; $T_{эф}$ – эффективный фонд рабочего времени (доступное время) без учета всех перерывов за выбранный период, мин.; $T_{эф}$ отражает весь объем рабочего времени для изготовления продукции с учетом всех перерывов, связанных с выходными и праздничными днями, сокращенными сменами, очередными, дополнительными, учебными отпусками, отпусками без сохранения заработной платы, невыходами на работу, с выполнением государственных и общественных обязанностей за выбранный период времени; N – объем заказа продукции за выбранный период, шт.

Эффективность потока предлагается рассчитывать по формуле:

$$K_{эф} = \frac{\sum ВСЦ}{\sum ВСЦ + \sum T_{п}},$$

где: $K_{эф}$ – коэффициент эффективного использования рабочего времени; $\Sigma ВСЦ$ – суммарное время создания ценности на всех операциях потока; $\Sigma T_{п}$ – суммарное время потерь в потоке.

Определив перечень показателей, участники рабочей группы собирают данные по каждой операции, начиная с первой и до последней, фиксируя при этом процессы передачи информации. При сборе данных необходимо пользоваться достоверными данными хронометража, используя специальные инструменты: хронометры (секундомеры), рулетки (шагомеры), статистические данные, записи в журналах, отчетах.

При отсутствии достоверных данных по какому-то показателю руководитель подразделения организует ежесменный мониторинг данного показателя с помощью фотографирования рабочего

процесса и хронометража. В случае если нет возможности собрать достоверные данные по длительности процесса (редкий или очень длительный процесс), допускается использование экспертной оценки. При первой возможности следует уточнить собранные данные фактическими наблюдениями.

После сбора данных участники рабочей группы (на листах бумаги/в программном продукте) оформляют карту текущего состояния потока с использованием специальных условных обозначений.

На этапе «Анализ текущего состояния потока» участники рабочей группы в соответствии с целями работ по оптимизации выполняют анализ причин появления узких мест и системных ограничений в текущем состоянии потока. Для анализа используются специальные методы, перечень и краткое описание которых приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Перечень методов, используемых для анализа текущего состояния потока

№ п/п	Наименование метода	Описание метода
1	Метод исследования движений	<p>Применяется в целях:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проектирования и совершенствования организации трудовых процессов; – исследования и совершенствования методов работы исполнителя; – исследования связей между трудом человека и работой машины в целях максимального использования времени работы человека и оборудования; – определения средств труда, т.е. машин, инструментов, оснастки и вспомогательных средств; – пространственного формирования рабочих мест, т.е. размещения предметов и средств труда. <p>При исследовании и совершенствовании трудовых процессов в полной мере применяются принцип анализа и синтеза, т.е. разбивка процессов на движения и их анализ, а также изучение процесса как целого.</p> <p>При методе исследования связи движений человека с работой машины исследуется: как часто и в какой последовательности рабочий приводит в действие отдельные элементы управления. Например: если сначала элемент А, а потом Б, то возникает связь АБ. Последующее приведение в действие элемента В создает связь БВ и т.д.</p> <p>На основе наблюдений или анализа хода работы можно установить все связи (сочетания), одновременно оценивая частоту и значимость отдельных связей, например, с точки зрения безопасности системы. Эти признаки оцениваются по трехбалльной шкале, т.е. наиболее многочисленные и важнейшие связи получают оценку 3, а последующие 2 и 1. Перемножением оценок частоты и важности получается общее значение связей.</p> <p>Для визуализации фактической траектории перемещения продукта/работников при выполнении заказа/операции применяют ленточный график (диаграмму «Спагетти»), который отображается на планировке участка (цеха, завода) либо на схеме расположения операций</p>
2	Диаграмма «Загрузки операторов» (диаграмма «Ямазуми»)	<p>Применяется для определения загрузки операторов с учетом времени цикла и времени такта. Диаграмма используется для последующего анализа и перераспределения нагрузки с целью устранения потерь</p>
3	Причинно-следственная диаграмма (диаграмма «Исикавы»)	<p>Применяется при разработке и непрерывном совершенствовании продукции. Диаграмма позволяет в простой и доступной форме систематизировать все потенциальные принципы рассматриваемых проблем, выделить самые существенные и провести поуровневый поиск первопричины</p>



№ п.п.	Наименование метода	Описание метода
4	А3	<p>Применяется для согласования решений между заинтересованными сторонами. Представляет собой отчет, составленный на листе формата А3, на котором размещается таблица, состоящая из нескольких столбцов, в которых:</p> <ul style="list-style-type: none"> – отражается существующая ситуация («текущее состояние»); – анализируются причины; – фиксируются предложения по улучшению; – описываются ожидаемые преимущества и изменения, после внедрения предложений по улучшению («будущее состояние»); – отображаются этапы реализации; – разрабатываются контрмеры с назначением ответственных и сроков исполнения; – периодически проверяется эффективность каждой контрмеры. <p>При возникновении проблемы заинтересованные лица одновременно выходят на место возникновения проблемы («Гемба») и совместно заполняют листок А3. Отчет рассылается для ознакомления всем заинтересованным сторонам, которые дают свои отзывы, и на их основе отчет корректируется, после чего руководство утверждает окончательную версию.</p>
5	Пять «Почему?»	<p>Применяется для поиска причин возникших несоответствий путем последовательной постановки вопросов и позволяет быстро построить причинно-следственные связи.</p>
6	Диаграмма Парето	<p>Применяется для выявления ключевых проблем с использованием ABC-анализа, поскольку в большинстве случаев подавляющее число потерь (проблем) (80%) возникают из-за относительно небольшого числа причин (20%).</p>

На последнем этапе «**Построение карты будущего состояния потока**» участники рабочей группы разрабатывают карту будущего (целевого) состояния для последовательного улучшения потока с учетом устранения (минимизации) выявленных потерь, а также и план организационно-технических мероприятий по переходу к будущему состоянию.

Чаще всего внедрение улучшений следует начинать с области задающего ритм процесса. Как правило, он находится ниже по потоку (но не обязательно). Также к существенным результатам приводят улучшения в системных ограничениях.

Карта будущего состояния потока должна быть разделена на области:

- область задающего ритм процесса (приоритетная для улучшений область);
- дополнительные области.

После внедрения улучшений в задающем ритм процессе следует двигаться выше по потоку к дополнительным областям. Цели улучшений в дополнительных областях будут определяться областью задающего ритм процесса.

После построения карты будущего состояния участники рабочей группы рассчитывают и указывают на карте показатели эффективности потока с учетом его будущего состояния.

План перехода к будущему состоянию должен включать:

- карту будущего состояния;
- детализацию процесса или компоновки участка, если это требуется;

- мероприятия по переходу к будущему состоянию.

При составлении плана перехода следует отчетливо сформулировать:

- что вы планируете делать и когда, шаг за шагом;
- измеримые цели улучшений;
- контрольные точки с указанием реальных конечных сроков и имен ответственных сотрудников.

Конкретные улучшения в области потока создания ценности необходимо выполнять по такому образцу:

- создание непрерывного потока, который движется в соответствии с временем такта;
- внедрение выравнивания (загрузка операторов в соответствии с требуемым временем такта потока);
- создание вытягивающей системы для управления производством (производство продукта только по требованию заказчика) на основе принципа «канбан» (инструмент вытягивающей системы, который дает сигнал о начале производства или доставке изделий с одного процесса на другой);
- использование местных улучшений для постоянного устранения потерь, сокращения объемов партий, расширения складов комплектующих изделий, работающих на принципе вытягивания и находящихся в непосредственной близости от места потребления.

Предложенная методика может быть использована предприятиями промышленности в целом, независимо от специфики и сферы деятельности, для обеспечения единства подхода к выявлению, анализу и устранению потерь в производственной системе при внедрении современных методов бережливого производства в целях повышения конкурентоспособности производимой продукции за счет снижения ее себестоимости, повышения качества и совершенствования производственных процессов.

Литература

1. Оно Т. Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства / Пер. с англ. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2005. – 192 с.
2. TMS. Total Management System. Всеобщая Система Управления (официальный текст). 4-й уровень. Первое издание. Перевод с японского. Институт сертификации по TPS (Toyota Production System), Исполнительный комитет сертификации по TMS, 2012.
3. Total Toyota Production System. Всеобщая производственная система Тойоты (официальный текст), 4-й уровень, Первое издание. Перевод с японского А.Г. Суханов. Институт сертификации по TPS (Toyota Production System), 2013.
4. Имаи М. Гемба кайдзен: Путь к снижению затрат и повышению качества/Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 346 с.
5. ГОСТ Р 56020–2014 Бережливое производство. Основные положения и словарь.

Identification and the Analysis of Losses at Introduction of Lean Manufacturing at the Industrial Enterprises

I.V. Emanakov, graduate student of Moscow Technological University (MIREA); Moscow

e-mail: emanakov2@yandex.ru

S.A. Ovchinnikov, candidate of technical sciences, associate professor of Moscow Technological University (MIREA); Moscow

P.V. Grudzinskiy, graduate student of Moscow Technological University (MIREA); Moscow

Summary. The technique intended for identification and elimination of the existing losses in administrative and productions of the enterprise and assessment of possible reserves of increase in efficiency of functioning of a production system of the enterprise is offered.

Keywords: «Lean manufacturing», reduction of losses, increase in functioning, condition of streams.

References:

1. Ono T. Production system of Toyota. Avoiding mass production. *Institute of complex strategic researches*. 2005. Moscow, 192 p.
2. TMS. Total Management System. General Control system (official text). 4th level. First edition. Translation from Japanese. *Institute of certification on TPS (Toyota Production System), Executive committee of certification on TMS*. 2012.
3. Sukhanov A.G. Total Toyota Production System. General production system of Toyota (official text). 4th level. First edition. *Institute of certification on TPS (Toyota Production System)*. 2013.
4. Imai M. Gemba kayden: Way to cost cutting and improvement of quality. *Alpina Business Books*. 2005. Moscow, 346 p.
5. State standard R 56020-2014 Lean manufacturing. Basic provisions and dictionary.

О перспективах деятельности технического комитета по стандартизации №187 «Проведение исследований в полярных регионах»



Н.М. Куприков

к.т.н., директор АНО «Научно-информационный центр «Полярная инициатива»; Москва

e-mail: kuprikov@russianpolar.ru

В XXI веке Российская Федерация активно расширяет свое присутствие в полярных регионах. Поддержание приоритета РФ в Арктической зоне базируется на развитии научных исследований и образовательных инициатив академических институтов и университетов, государственных научных центров, высокотехнологичных компаний и корпораций.

Для развития Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) необходимым и важным является установление научного приоритета в данном регионе, путем разработки специальных инструк-



ций, технических регламентов, национальных стандартов и нормативных документов. Таким образом, национальная практика технического регулирования инфраструктурной деятельности в данном регионе может послужить основанием для повышения качества жизни в АЗРФ.

В Федеральном законе № 184 «О техническом регулировании» присутствует ст.14, предусматривающая возможность разработки национальных стандартов (ГОСТов) профильными НИИ и организациями, отраслевыми объединениями и профессиональными союзами.

Согласно ст.16. ФЗ № 184 «Правила разработки и утверждения национальных стандартов», стандарты может разрабатывать любая организация, в том числе общественная, и представлять их на рассмотрение в Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт), однако в таком случае их рассматривают профильные технические комитеты (ТК).

ТК – это экспертные площадки в области стандартизации, которые на консенсусной основе выработывают нормативно-технические документы, необходимые для развития той или иной отрасли или сегмента рынка.

В целях развития приоритета РФ в области научных и прикладных исследований и присутствия в полярных регионах в январе 2017 г. сформирован Технический комитет по стандартизации 187 «Проведение исследований в полярных регионах» (ТК 187) в структуре Росстандарта согласно приказу № 139 27.01.2017.

Стоит отметить, что в структуре ТК Росстандарта до 2017 г. не было профильного «полярного» комитета, который мог бы организовать, систематизировать и контролировать данную работу.

В состав ТК 187, перед которым поставлена задача разработать целый ряд национальных стандартов, касающихся полярных исследований, вошли более 40 организаций, в том числе Государственная корпорация «Ростех», АО «Российские космические системы», АО «Росэлектроника», АО «Швабе», АО «КРЭТ», АО «Авиационный комплекс им. С.В. Ильюшина», ГНЦ РФ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт», МГИМО МИД России, географический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, САФУ им. М.В. Ломоносова, Институт наук о Земле Санкт-Петербургского государственного университета, структуры Минобороны России и МЧС России, институты РАН, отделения Русского географического общества и Ассоциации полярников, ФГУП «Крыловский государственный научный центр» и другие. Секретариат ТК

187 сформирован и работает на базе АНО НИЦ «Полярная инициатива».

Проведение исследований является первоочередным комплексом работ и мероприятий, проводимых организациями в полярных регионах.

Исследования в полярных регионах – это комплекс работ (научно-исследовательских и опытно-конструкторских или их этапов) и мероприятий (экспедиции, научные станции и др.), направленных на изучение и научное описание полярных регионов (в т.ч. и в Российской Федерации) и создание образцов техники, предназначенных для функционирования в условиях полярных регионов, а также разработка рекомендаций по организации деятельности человека в условиях полярных регионов.

Важность миссии нового ТК 187 подчеркнул в своем приветственном слове Специальный представитель Президента Российской Федерации по вопросам международного сотрудничества в Арктике и Антарктике, первый вице-президент Русского географического общества А.Н. Чилингаров. Он отметил, что именно участникам ТК 187 предстоит отвечать на вызовы, стоящие сегодня перед РФ, при проведении научных исследований и проектных изысканий в полярном регионе.

21 марта 2017 г. в Москве на базе Комиссии Московской городской думы по науке и промышленности прошло первое заседание ТК 187. Председатель этой комиссии Л.А. Зюганов отметил, что в свое время комиссия выступила одним из инициаторов создания в рамках Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии ТК «Проведение исследований в полярных регионах». Он также отметил, что проекты в Арктике настолько сложны, так высока цена ошибки и так хрупка среда, с которой мы имеем дело, что без предварительной, достаточно глубокой научно-технической проработки браться за них опасно.

Заместитель руководителя Росстандарта А.П. Шалаев подчеркнул в своем выступлении, что создание нового ТК 187, без преувеличения, – событие в жизни агентства. Он заострил внимание участников на том, что в настоящий момент происходит возрождение отечественной государственной системы стандартизации, которая во времена СССР считалась одной из ведущих в мире. Он напомнил, что советские стандарты, в частности, относившиеся к полярным областям, воспринимались во всем мире едва ли не эталонными. В заключение своего выступления А.П. Шалаев отметил, что время не стоит на месте: изменяются технологии, активное освоение этих территорий порождает новые вопросы. Необходимо вернуть России приоритет, в том числе и в разработке стандартов в полярной области.

А.П. Шалаев особо отметил, что действующий Федеральный закон «О стандартизации в Российской Федерации», вступивший в силу летом минувшего года, обязывает региональные власти в своих нормативно-правовых актах руководствоваться государственными стандартами и учитывать их при организации и проведении государственных закупок. «Статус государственного стандарта сегодня налагает на его разработчиков дополнительную ответственность. В первую очередь это касается стандартов, которыми мы должны будем руководствоваться в полярных и заполярных широтах», – подчеркнул он.

Деятельность ТК 187 будет направлена на разработку полярных стандартов и технических регламентов для полярных регионов, при этом она осуществляется в тесном сотрудничестве с полярным научным сообществом, отметил руководитель экспертного совета ТК 187, доцент кафедры океанологии Института наук о Земле СПбГУ, кандидат географических наук Б.В. Иванов.

По итогам заседания ТК 187 принято решение актуализировать программу разработки стандартов на 2016–2019 гг. и сформировать план мероприятий по разработке в 2017–2018 гг. проекта стандарта «ГОСТ Р. Общие положения. Словарь терминов и определений в области полярных исследований».

Деятельность ТК 187 позволит в формате «мягкой силы» обосновать необходимость применения российских технических регламентов и высокотехнологичной продукции в АЗРФ, на трассе Северного морского пути и таким образом создаст предпосылку для установления научного приоритета РФ в развитии полярной экономической зоны.

Литература

1. Моисеев А. Безопасность Арктики: Международно-правовые позиции. // М.: Международная жизнь, 2016.– № 2. Режим доступа: <https://interaffairs.ru/jauthor/material/1435>.
2. Куприков Н.М. Интеллектуально-инфраструктурное обеспечение Технического комитета по стандартизации «Проведение исследований в полярных регионах» // Сборник научных трудов. – Тамбов.: ТГУ, 2017.– 332с. Режим доступа: http://tambov.rosmu.ru/activity/attach/events/1337/7_1.pdf.

3. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года. Утверждена Президентом РФ В.В. Путиным 20.02.2013 г. – М.: Правительство РФ, 2013 – 18 с.

4. Чемезов С.В., Попович Л.Г., Турко Н.И., Швец Н.Н. Актуальные проблемы менеджмента высокотехнологичной ПВН // Сборник научных трудов. - М.:ВАГШ, 2010.– № 58(166).

About Activity of Technical Committee on Standardization No. 187 «Carrying Out Researches in Polar Regions»

N.M. Kuprikov, candidate of technical sciences, director of ANO «Scientific Information Centre «Polyarnaya initsiativa»; Moscow

e-mail: kuprikov@russianpolar.ru

Summary. For development of the Arctic Zone of the Russian Federation (AZRF) it is necessary and important to establish «a scientific priority» in this region, by development of special instructions, technical regulations, national standards and normative documents. Thus, national practice of technical regulation of infrastructure activity in this region can form the basis for improvement of quality of life in AZRF.

Keywords: technical committee No.187 (TC No.187), standardization, Arctic, expert platform, Rosstandart.

References:

1. Moiseev A. Arctic Safety: International legal positions. *International life*. 2016. No. 2. Moscow [Access: <https://interaffairs.ru/jauthor/material/1435>].
2. Kuprikov N.M. Intellectual and infrastructure support of the Technical committee for standardization «Scientific Research in the polar regions». *Collection of scientific papers. Tambov state university (TSU)*. 2017. Tambov, 332p. [Access: http://tambov.rosmu.ru/activity/attach/events/1337/7_1.pdf]
3. The development strategy of the Arctic zone of the Russian Federation and national security for the period up to 2020. *Approved by the President of the Russian Federation V. Putin on 20 February 2013. The Government of the Russian Federation*. 2013. Moscow, 18 p.
4. Chemezov S.V., Popovich L.G., Turko N.I., Shvets N.N. Actual problems of management of high-tech military products. *Collection of scientific papers. Military academy of the General Staff (VAGSH)*. 2010. No. 58 (166). Moscow



Метрологическая экспертиза технической документации, используемой при технологическом процессе покрытий, получаемых осаждением из вакуумно-дугового разряда

М.И. Янсаитова

аспирант Уфимского авиационного
технического университета;
Республика Башкортостан, г. Уфа

e-mail: milyausha.yansaitova@mail.ru

С.Р. Шехтман

д.т.н., профессор Уфимского авиационного
технического университета;
Республика Башкортостан, г. Уфа

Аннотация. В данной работе рассмотрена метрологическая экспертиза технической документации, используемых при технологическом процессе покрытий, получаемых осаждением из вакуумно-дугового разряда, которая позволяет повысить качество указанного технологического процесса. Также приведены контролируемые параметры и методы их определения.

Ключевые слова: метрологическая экспертиза, технологический процесс, техническая документация, покрытия, получаемые осаждением из вакуумно-дугового разряда, контролируемые параметры.

Метрологическая экспертиза (далее – МЭ) технической документации – это анализ и оценивание технических решений в части их метрологического обеспечения по выбору измеряемых параметров, установлению требований к точности измерений, выбору методов и средств измерений, их метрологическому обслуживанию [5].

МЭ технической документации осуществляется в соответствии с правилами и положениями, установленными:

- рекомендацией по межгосударственной стандартизации РМГ 63-2003;
- государственными стандартами ГСИ, ЕСТПП, ЕСКД, ЕСТД;
- отраслевыми стандартами;
- стандартами предприятия.

Основной целью МЭ является достижение эффективности метрологического обеспечения, выполнение общих и конкретных требований к метрологическому обеспечению наиболее рациональными методами и средствами [8].

Также МЭ решает следующие задачи:

- обеспечение достоверности и эффективности проводимого мониторинга (контроля и испытания) изделий на всех этапах жизненного цикла производства, в процессе их эксплуатации и ремонта;
- возможность проведения анализа и оценки правильности принятых технических решений по выбору нормируемых параметров, подлежащих измерению и контролю;
- установление норм точности и обеспечения методами и средствами измерений процесса разработки, изготовления, контроля и испытаний продукции;
- создание условий и методик выполнения измерений, обработки и представления результатов измерений в соответствии с положениями комплекса стандартов ГСИ и других нормативных документов по метрологическому обеспечению подготовки производства.

Задачи МЭ представлены в *табл. 1*.

Метрологической экспертизе подлежат техническая документация, в которой устанавливаются и приводятся нормы точности или содержатся сведения о методах и средствах измерения нормируемых параметров изделий [8].

Технологические документы, подлежащие МЭ:

- карты эскизов, маршрутная, операционная, технологического процесса, типового технологического процесса, типовой операции;
- технологическая инструкция;
- ведомость оснастки;
- спецификация технологических документов.

При технологическом процессе покрытий, получаемых осаждением из вакуумно-дугового разряда, контролируемые являются параметры, представленные в *табл. 2*, а далее рассмотрены методики исследований.

Расчет толщины покрытий производят по результатам измерения параметров лунки с помощью прибора *CSM Calotest*. Характеристики данного прибора представлены в табл. 3. Измерение параметров лунки и расчет толщины покрытия производят на приборе *CSM Scratchtest* [7].

Измерение шероховатости исходной поверхности и покрытий производят с помощью профилографа-профилометра Абрис-ПМ7 [7].

Действие прибора основано на ощупывании неровностей исследуемой поверхности алмазной иглой щупа и преобразовании возникающих при этом механических колебаний в изменения напряжения, пропорциональные этим колебаниям, которые усиливаются и обрабатываются системным блоком или персональным компьютером по специальной программе.

Таблица 1.

Задачи метрологической экспертизы

Основные задачи МЭ	Способы выполнения задач
Анализ полноты и четкости формулирования технических требований	Проверить корректность формулирования технических требований, исключив неоднозначность их толкований; технические требования выразить стандартизованными или общепринятыми терминами
Оценка оптимальности номенклатуры измеряемых параметров	Провести проверку достаточности или избыточности контролируемых параметров, возможности взаимоисключения, замены «качественных» параметров на «количественные». Определить параметры, которые можно не измерять, а ограничиться их индикацией или вообще не контролировать. Обеспечить соответствие номенклатуры измеряемых параметров и их норм требованиям действующих стандартов и НД, экономическую целесообразность выбранной номенклатуры измеряемых параметров
Оценка контролепригодности конструкции изделия при испытаниях, эксплуатации и ремонте	Обеспечить доступ ко всем точкам измерений и возможность использования для этого необходимых средств измерений. Проверить, установлены ли требования ко всем свойствам объекта, влияющим на погрешность измерений
Проверка использования стандартизованных и аттестованных МВИ	Использование нестандартизованных и неаттестованных методик выполнения измерений (далее – МВИ) недопустимо. При отсутствии указанных МВИ дать предложения для разработки и аттестации МВИ
Анализ полноты и правильности требований к средствам измерения (СИ), оценивание рациональности выбранных СИ	Обеспечить указание всех реквизитов и метрологических характеристик средств измерений в соответствии с ГОСТ 8.009-84 [2]; предусмотреть возможность замены средств измерений на более совершенные; исключить средства измерения, снятые с производства; обеспечить соответствие условий измерения условиям применения выбранных средств измерений; оценить трудоемкость и себестоимость измерительных операций; обеспечить требования техники безопасности
Проверка правильности выражения показателей точности	Исключить использование результатов измерений без показателей их точности; обеспечить соответствие формы выражения показателей точности измерений требованиям МИ 1317-2004 [4]
Анализ использования вычислительной техники в измерительных операциях	Оценить существенность методической составляющей погрешности измерений из-за несовершенства алгоритма вычислений
Проверка правильности употребления терминов, наименований, обозначений величин и применения их единиц	Не допускать использование терминов, наименований, обозначений величин и применение их единиц, не соответствующих РМГ 29-2013 [6], ГОСТ 8.417-2002 [3]

Таблица 2.

Контролируемые параметры технологического процесса покрытий, получаемых осаждением из вакуумно-дугового разряда

Параметры	Толщина, мкм	Шероховатость исходной поверхности, мкм	Шероховатость покрытий, мкм	Микро-твердость, МПа	Адгезия
Численные значения	10±2	≤0,63	0,63...1,25	20000...25000	Методом изгиба пластин (по методике ВИАМ)



Таблица 3.

Технические характеристики прибора CSM Calotest

Характеристика	Значение
Размеры рабочего стола, мм	80 × 80
Обороты вала, об./мин.	10...2990
Шары стандартного диаметра, мм	10; 20; 25,4; 30
Мощность электродвигателя, Вт	15
Диапазон измерения толщины покрытий, мкм	0,1...50
Точность измерений	1...5%

Прибор состоит из первичного преобразователя, адаптера питания, системного блока с отсчетным устройством, монитора, клавиатуры, печатающего устройства и соединительного кабеля.

Измерение параметров шероховатости поверхности производится по системе средней линии и диапазонам значений параметров, предусмотренным ГОСТ 2789-73 [1].

Характеристики данного прибора представлены в табл. 4.

Микротвердость покрытия определяют с помощью нанотвердомера *Nanovea* [7].

Нанотвердомер позволяет производить измерения микротвердости методом инструментально-го индентирования.

Измерения проводят при нагрузке 150 мН.

Характеристики данного прибора представлены в табл. 5.

Адгезию покрытия определяют методом изгиба пластин (по методике ВИАМ) [9].

Методика заключается в следующем. Пластины подвергаются изгибу под прямым углом. Адгезия покрытия к подложке оценивается по 4-бальной шкале с помощью семикратного увеличительного прибора (рис. 1).

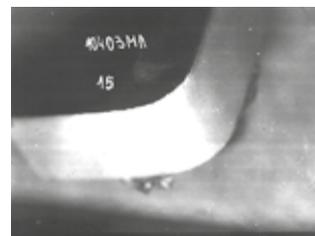
1. Адгезия отличная при изгибе пластины под углом 90° не наблюдается разрушение покрытия, не образуются микротрещины.

2. Адгезия хорошая при изгибе пластины не наблюдается разрушение покрытия, но на изгибаемой поверхности образуются микротрещины.

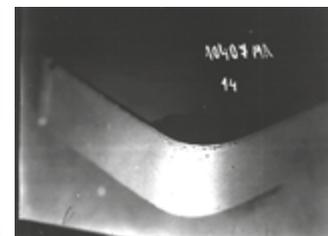
Таблица 5.

Технические характеристики прибора *Nanovea*

Характеристика	Значение
Диапазон нагрузок, мН	0,06...400
Разрешение нагружения, мН	0,03
Скорость нагружения, мН/мин.	0,1...800
Диапазон измерения глубины, мкм	0...100
Вертикальное разрешение, нм	0,05
Разрешение силы трения, мН	4



Адгезия отличная



Адгезия хорошая

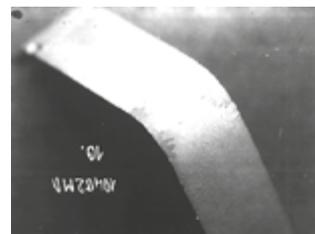
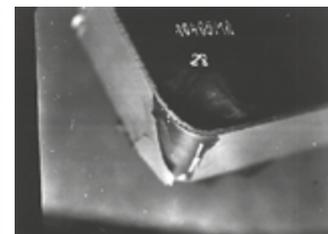
Адгезия
удовлетворительнаяАдгезия
неудовлетворительная

Рис. 1. Оценочная шкала адгезии покрытия к подложке

Таблица 4.

Технические характеристики прибора Абрис-ПМ7

Измеряемые параметры шероховатости	Ra , Rz , $Rmax$, Sm , tp
Диапазон измерений параметров:	
– Ra , мкм	0,04...12,5
– Rz , $Rmax$, мкм	0,16...50,0
– Sm , мкм	8,0...250,0
– tp , %	0,1...99,9
Радиус кривизны щупа, мкм	10
Скорость перемещения щупа при рабочем ходе, мм/с	1±0,05
Предел допускаемой основной погрешности для профиля, близкого к трапецеидальному, с шагом не более 0,25 I_B , мкм где $Ra_{в.п.}$, $Rz_{в.п.}$, $Rmax_{в.п.}$, $Sm_{в.п.}$ – верхний предел поддиапазона параметров Ra , Rz , $Rmax$, Sm соответственно; Ra , Rz , $Rmax$, Sm – измеренные значения параметров, мкм	$\Delta Ra = 0,02 Ra_{в.п.} + 0,04 Ra$ $\Delta Rz = 0,03 Rz_{в.п.} + 0,05 Rz$ $\Delta Rmax = 0,03 Rmax_{в.п.} + 0,05 Rmax$ $\Delta Sm = 0,02 Sm_{в.п.} + 0,1 Sm$

3. Адгезия удовлетворительная на изгибаемой поверхности появляются трещины, сколы, возможно частичное отслоение покрытия.

4. Адгезия неудовлетворительная наблюдается отслоение покрытия по всей изгибаемой поверхности.

Также, при технологическом процессе покрытий, получаемых осаждением из вакуумно-дугового разряда, на операции «Контроль» предусмотрен внешний осмотр качества покрытия на отсутствие сколов, трещин, шелушения, отслаивания покрытия. Контролируемые параметры проверяют на аттестованном оборудовании.

Итак, представленная метрологическая экспертиза технической документации, используемой при технологическом процессе создания покрытий, получаемых методом осаждения из вакуумно-дугового разряда, позволяет повысить качество технологического процесса.

Литература

- ГОСТ 2789-73 Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.
- ГОСТ 8.009-84 Государственная система обеспечения единства измерений. Нормируемые метрологические характеристики средств измерений.
- ГОСТ 8.417-2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Единицы величин.
- МИ 1317-2004 Государственная система обеспечения единства измерений. Результаты и характеристики погрешности измерений. Формы представления. Способы использования при испытаниях образцов продукции и контроле их параметров образцов продукции и контроле их параметров.
- РМГ 63-2003 Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений. Обеспечение эффективности измерений при управлении технологическими процессами. Метрологическая экспертиза технической документации.
- РМГ 29-2013 Рекомендации по межгосударственной стандартизации. Государственная система обеспечения единства измерений. Метрология. Основные термины и определения.
- Будилов В.В., Ягафаров И.И., Янсaitова М.И. Исследование зависимости микротвердости и фазового состава покрытия TiN от расположения деталей в вакуумной камере при осаждении из плазмы вакуумно-дугового разряда // Упрочняющие технологии и покрытия. 2017. Т. 13. – № 1, 2017, С. 20–23.
- Полякова О.В. Метрологическая экспертиза технической документации (Ч. 5) // Главный метролог. 2010. № 4. С. 34–39.

9. Технология вакуумной ионно-плазменной обработки: учебное пособие / В.В. Будилов, Р.М. Киреев, С.Р. Шехтман. – М.: Изд-во МАИ, 2007. – 155 с.

Metrological Examination of Engineering Documentation, Used at Technological Process of the Coverings, Received by Sedimentation from the Vacuum and Arc Discharge

M.I. Yansaitova, graduate student of the Ufa aviation technical university; Republic of Bashkortostan, Ufa

e-mail: milyausha.yansaitova@mail.ru

S.R. Shekhtman, doctor of technical sciences, professor of the Ufa aviation technical university; Republic of Bashkortostan, Ufa

Summary. In this work metrological examination of engineering documentation, used at technological process of the coverings received by sedimentation from the vacuum and arc discharge which allows to increase quality of the specified technological process is considered. Controlled parameters and methods of their definition are also specified.

Keywords: metrological examination, technological process, technical documentation, the coverings received by sedimentation from the vacuum and arc discharge, controlled parameters.

References:

- State Standard 2789-73 Roughness of a Surface. Parameters and characteristics.
- State Standard 8.009-84 State system of ensuring unity of measurements. The normalized metrological characteristics of measuring instruments.
- State Standard 8.417-2002 State system of ensuring unity of measurements. Units of sizes.
- Methodical instructions (MI) 1317-2004 State system of ensuring unity of measurements. Results and characteristics of an error of measurements. Representation forms. Ways of use at tests of product samples and control of their parameters of product samples and control of their parameters.
- Recommendations about interstate standardization (RIS) 63-2003 State system of ensuring unity of measurements. Ensuring efficiency of measurements at management of technological processes. Metrological examination of engineering documentation.
- Recommendations about interstate standardization (RIS) 29-2013 State system of ensuring unity of measurements. Metrology. Main terms and definitions.
- Budilov V.V., Yagafarov I.I., Yansaitova M.I. Research of dependence of microhardness and phase composition of a covering TiN on layout of details in the vacuum chamber in case of sedimentation from plasma of the vacuum arc discharge. *The hardening technologies and coverings*. 2017. Volume 13. No. 1. 2017. pp. 20-23.
- Polyakova O.V. Metrological examination of engineering documentation: Part 5. *Chief metrologist*. 2010. No. 4. pp. 34–39.
- Budilov V.V., Kireev R.M., Shekhtman S.R. Technology of vacuum ion-plasma processing: manual. *Publishing house of the Moscow Aviation Institute (NRU)*. 2007. Moscow, 155 p.



Цифровое производство – как не отстать от промышленной революции

А.Н. Новиков

ТетраСофт; Москва

А.Р. Дубинский

ТетраСофт; Москва

e-mail: ar@dubinsky.info

Цифровое пространство в настоящее время проникло во все аспекты нашей жизни. Не исключение и производственная деятельность. Мир находится на пороге Четвертой Промышленной революции, цифра стучится в двери современного производственного сообщества. Чтобы соединить в единый организм все участки производства возникает необходимость в использовании единого информационного пространства. Назовем это пространство Цифровым производством.

В основе успешной производственной деятельности всегда лежит грамотное управление людьми и машинами. Сложность управления связана в том числе и с огромным объемом информации, которую нужно проанализировать для принятия верного решения: изучить остатки материалов и сырья, наличие и производительность людских ресурсов, состояние оборудования, планируемую загрузку для выбора оптимального режима работы с учетом сезонности и так далее.

Для успешной и продолжительной работы предприятия необходима положительная рента-

бельность. Поэтому важно, чтобы оборудование работало эффективно – не только с точки зрения заложенной производительности, но и с точки зрения временной загрузки. Так же для эффективно-го управления важно получать информацию о состоянии и работе оборудования в режиме онлайн 24 часа в сутки. Это одна из задач Цифрового производства. Бесстрастность датчиков позволяет исключить подлог и не своевременность подачи данных. Установить датчики можно на все значимые участки – также как кардиограмма контролирует состояние сердца, эти датчики будут контролировать «сердцебиение» производства.

Цифровое производство позволяет контролировать работу оборудования и людей, накапливать данные для анализа и исправления дефектов управления; управлять работой оборудования и людей на основе автоматических производственных заданий; делать напоминания о просроченных товарах, наличии сырья и материалов (рис. 1).

Цифровое производство позволяет заботиться об оборудовании за счет планирования и контроля плановых ремонтов, собирать статистику по отказам, анализировать долговечность работы инструмента и запасных частей (рис. 2).

Важный аспект любого производства – это контроль качества выпускаемой продукции. Не нужно объяснять, почему контроль качества определенно необходим на любом производстве. Во-первых, это поддержание имиджа компании и увеличение конкурентоспособности. Во-вторых – снижение издержек.

Для автоматизации контроля качества на Цифровом производстве могут быть использованы следующие средства:

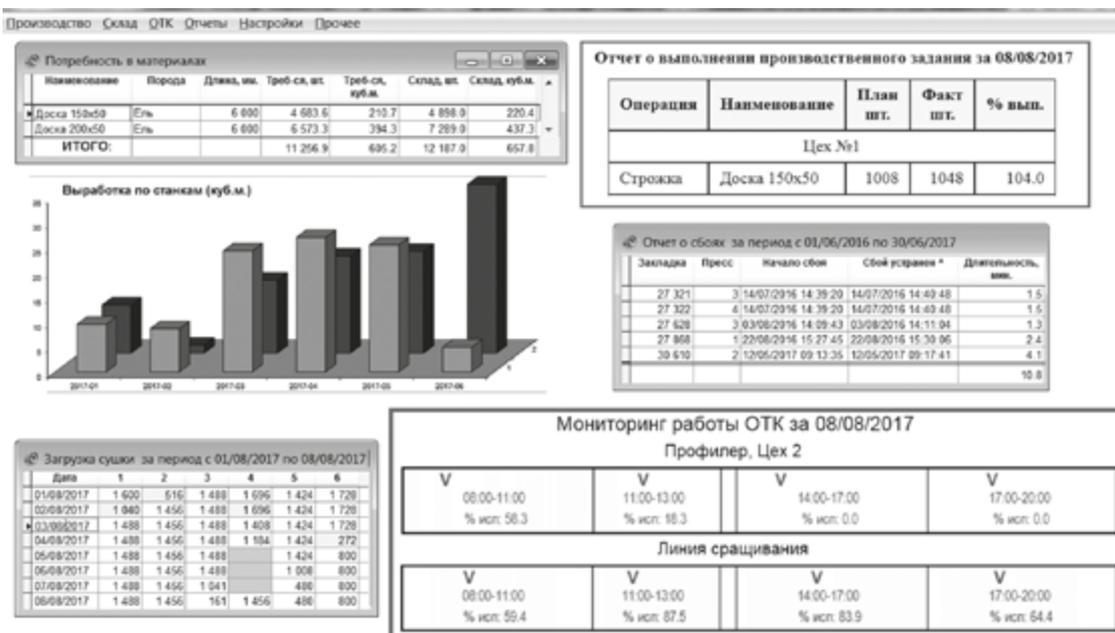


Рис. 1. Цифровое производство позволяет контролировать и управлять



Рис. 2. Цифровое производство позволяет планировать и анализировать

1. Сбор и хранение показаний различных датчиков, то есть всего того, что автоматически может быть измерено техническими средствами.

2. Рассылка оповещений. Например, из-за течи в одном из цилиндров, гидравлический пресс начал выдавать меньшее давление, чем требуется. Технолог или начальник смены сразу же получит SMS с описанием проблемы.

3. Ручной контроль с использованием «Электронных чек-листов». Это очень эффективная, и, вместе с тем, недорогая и простая для внедрения технология, позволяющая контролировать качество на всех этапах производства. Опишем вкратце суть процесса. На предприятии создается список «Точек качества». Точка качества – это конкретное место в цехе (и не только), в котором происходит проверка (контроль) тех или иных параметров. Точкой качества может быть станок или линия, место на конвейере, участок сборки или упаковки, место приемки или сортировки сырья и т.п. Для каждой Точки разрабатывается регламент контроля – чек-лист. Чек-лист – это список параметров, требующих проверки, и их допустимые значения. Параметры могут быть измеряемыми (например, геометрические размеры, зазоры) или контролируруемыми визуально (комплектность, наличие пломб, равномерность покраски, отсутствие повреждений, соответствие заказу) (рис. 3).

Для каждой Точки также устанавливается период контроля – например, 3 раза в день, или по факту выпуска продукции. В соответствии с этими правилами сотрудники ОТК выполняют процедуры контроля. На планшетном компьютере сотрудник ОТК видит, какие процедуры контроля необходимо выполнить и заносит в чек-лист результаты измерений. Если чек-лист не пройден, т.е. один или несколько параметров вышли за допустимые пределы, продукция возвращается на переделку или бракуется. Даже если нет возможности контролировать 100% производимой продукции, регулярный выборочный контроль всех участков производства позволяет свести брак на нет. Также, путем анализа проблемных чек-листов за некоторый период, можно обнаруживать

Параметр	Min	Max	Значение
Температура ламелей, °C	15.0	30.0	24.1
Степенька по пласти, мм	0.0	1.5	1.5
Длина шага	14.00	16.00	14.10
Смазочные шипа отсутствуют			Да
Сметки, скопы шипа отсутствуют			Да
Длина ламели фактическая	12040	12100	12065
Температура воздуха в зоне клеевочной, °C	15.0	30.0	26.0

Рис. 3. Пример заполненного чек-листа

системные проблемы. Другими словами, если регулярно

происходит сбой по какому-то из параметров, это легко обнаружить и принять меры.

4. Автоматизация своевременного ремонта и обслуживания оборудования.

Таким образом, «Цифровое производство» позволяет организовать или поднять на более высокий уровень контроль качества.

Мобильная версия позволяет дистанционно получать любые отчеты о работе предприятия (рис. 4).

Цифровое производство соединяет все участки предприятия в единый слаженный механизм, позволяющий сотрудникам эффективно исполнять свои непосредственные обязанности, а владельцам – увеличить прибыль за счет более эффективного использования оборудования и наращивания выпуска продукции. При этом, не важно какого размера производство – небольшой стартап с несколькими станками или большое предприятие с сотнями станков и машин.

Важно то, что стоимость внедрения цифрового производства существенно снизилась за счет активного развития технологий. Теперь это не миллионы рублей, а вполне доступные десятки тысяч.

Для кого будет интересно Цифровое производство?

- Владельцам бизнеса для контроля работы.
- Руководителям производства для контроля и управления.
- Непосредственным исполнителям для спокойной и эффективной работы на своих местах.

«Кто владеет информацией, тот владеет миром».

Эта крылатая фраза как нельзя лучше характеризует работу любого производства. Технологии развиваются семимильными шагами, кто не успеет подстроиться к новым реалиям производственной деятельности тот определенно проиграет своим конкурентам.



Рис. 4. Пример мобильной версии Цифрового производства



Окружающая среда и здоровье человека



И.В. Журавлева

д.соц.н., главный научный сотрудник, заведующий сектором социальных проблем здоровья Института социологии РАН; Москва

e-mail: zhuriv@mail.ru

Аннотация. В статье на материалах статистики, государственных документов и социологических исследований рассмотрено влияние на здоровье населения таких компонентов окружающей среды, как: экология, благоустроенность жилищного фонда, условия труда работающих, особенности питания населения, обеспеченность организациями отдыха, физкультурно-спортивной базой, услугами системы здравоохранения. Отмечен в определенной степени негативный характер воздействия этих компонентов. Сделан вывод о целесообразности учета их влияния в рамках стратегии охраны здоровья населения, которая была бы направлена на все указанные сферы жизни, а не только на систему здравоохранения, как это было до сих пор. Результативность данных мер будет также зависеть от степени информированности всех слоев населения в вопросах здоровья. Наиболее оптимальный путь повышения такой информированности – создание системы обучения заботе о здоровье на всех этапах жизни человека.

Ключевые слова: здоровье населения, окружающая среда, стратегия охраны здоровья.

Состояние здоровья населения России характеризуется в последние годы ростом средней продолжительности жизни, увеличением рождаемости и сокращением смертности. Но при этом происходят неблагоприятные изменения в структуре населения. За короткий период с 2002 по 2015 годы доля населения в возрасте 0–19 лет сократилась в общей структуре населения с 27% до 22% [1]. Процесс старения населения будет продолжаться и дальше. К 2025 г. произойдет уменьшение доли молодежи в населении страны до 18%, что существенно обострит проблему успешности социального и экономического развития Российской Федерации в перспективе [2]. Неблагоприятны тенденции и в заболеваемости различных возрастных групп населения России. Их сравнительный анализ показал, что наибольшие негативные изменения характерны для детей и подростков. Если заболеваемость

у населения в целом с диагнозом, установленным впервые в жизни, за период 2000–2015 годы, возросла на 6,5%, то у детей (0–14 лет) – на 21%, а у подростков (15–17 лет) – на 27%, т.е. темпы заболеваемости детей оказались в 3,2 раза, а подростков – в 4,4 раза выше, чем у населения в целом [3, 4]. Кроме того, Россия сегодня вышла на первое место в Европе по абсолютному (на 100 000 детей и подростков) числу детских и подростковых суицидов, число которых, вместе с попытками самоубийства, за последние годы возросло на 35...37% [5]. Все эти изменения свидетельствуют о возможности неблагоприятного прогноза здоровья населения России на ближайшие десятилетия.

Известно, что здоровье человека в значительной степени зависит от окружающей его среды, которая представлена тремя основными компонентами:

- природная среда или экологическое пространство – парки, поля, сады, реки и т.п.;
- искусственная окружающая среда – постройки, жилые помещения, производственные комплексы и т.п.;
- социальная среда – материальная обеспеченность различных сфер жизни, социальные институты (здравоохранения, культуры, СМИ и т.п.), психологический климат в обществе и т.п. [6].

Все компоненты окружающей среды находятся в сложном взаимодействии. Рассмотрим на материалах статистики, государственных документов и социологических исследований, какое влияние основные компоненты окружающей среды оказывают на здоровье человека и возможно ли нивелировать негативное воздействие среды.

Россия сегодня считается одной из самых загрязненных в экологическом отношении стран на планете, в условиях повышенной экологической опасности проживает 30% россиян. При этом известно, что в таких зонах продолжительность жизни на 10–15 лет меньше, чем по стране в целом. Вклад экологического фактора в ухудшение здоровья людей оценивается на уровне 10...30%, а применительно к онкологическим заболеваниям этот показатель возрастает до 50%. Сохраняется тенденция роста числа онкологических заболеваний. Медико-биологические показатели здоровья населения в экологически неблагополучных зонах свидетельствуют об уменьшении рождаемости, увеличении смертности и существенном снижении естественного прироста населения.

К наиболее важным факторам среды обитания, формирующим значительное число негативных тенденций в состоянии здоровья населения, от-

носится качество питьевой воды и атмосферного воздуха. Согласно статистике, в 2014 г. доброкачественной питьевой водой было обеспечено 64% населения РФ, основная часть которого проживает в городских поселениях – 81%. Сельские жители даже при централизованном водоснабжении обеспечены доброкачественной водой лишь в 59% случаев [3]. По данным Роспотребнадзора РФ, неудовлетворительное качество питьевой воды вызвало 11 тысяч дополнительных случаев смертей и 2 900 тыс. дополнительных случаев заболеваний в 2014 г. Ежегодно увеличивается количество эпидемических вспышек острых кишечных инфекционных заболеваний, вирусного гепатита, обусловленных передачей инфекции водным путем [7].

Второй важный фактор среды обитания – атмосферный воздух. В настоящее время в 58% городов России (119 городов) степень загрязнения воздуха оценивается как «очень высокая» и «высокая», и проживает там половина городского населения России. А «низкая» степень загрязнения наблюдается только в 17% городов. Загрязнение воздуха провоцирует 10% детских болезней, 41% респираторных и 16% эндокринных заболеваний. Рост неинфекционной заболеваемости населения также в значительной степени связан с загрязнением атмосферного воздуха. Особенно подвержены этому дети. Показатель заболеваемости астмой у детей выше среднероссийского уровня зарегистрирован в 2014 году в 26 субъектах РФ, бронхитом – в 17 субъектах РФ. Экономические потери от смертности и заболеваемости населения, связанные с недопроизводством валового внутреннего продукта и обусловленные вредным воздействием химических, физических и биологических факторов среды обитания, составили в 2014 г. 150,4 млрд руб., что, правда, ниже уровня 2013 г. на 10% [7].

К значимым элементам окружающей человека среды относится степень благоустройства жилищного фонда. За 2000–2013 гг. все параметры этого фонда (за исключением обеспечения газом, которое сократилось на 2%) несколько улучшились. Площади, оборудованные водопроводом в целом увеличились на 7% (в городе – на 4%, на селе – на 13%), канализацией на 6% (соответственно на 4 и 11%), горячим водоснабжением – на 7% (соответственно на 6 и 11%) и т.д. Но если в городе обеспеченность водопроводом и канализацией находится в пределах 98...100%, то в сельской местности эти блага цивилизации доступны только 5...32% домохозяйств [8:165–166].

Анализ связи между оценками здоровья и качеством жилищных условий показывает, что данные условия нередко являются фактором возникновения хронической патологии в различных возраст-

ных группах населения. Наиболее уязвимы в этом плане дети до 10 лет, тогда как именно детский возраст имеет решающее значение для формирования индивидуального здоровья. Поэтому важно посмотреть на степень благоустройства помещений для детей и подростков в масштабах РФ. Оказалось, что в 2014 г. удельный вес организаций для детей и подростков, не имеющих системы канализации, был равен 5,3%, централизованного водоснабжения – 4,4%, центрального отопления – 2,6%. Доля общеобразовательных организаций, в которых мебель не соответствовала гигиеническим требованиям, составила 19,3%; дошкольных образовательных организаций – 11,2%. Общеизвестна зависимость между использованием мебели, не соответствующей росту школьников, недостаточным уровнем освещенности и формированием у детей нарушений зрения и осанки – основных «школьных» заболеваний. Только за первый год обучения в 1,5 раза увеличивается число детей с пониженной остротой зрения по сравнению с данными при поступлении в школу. Удельный вес школьников с нарушениями зрения в 2013 г. составил 7,1%. Эти нарушения зрения выше среднероссийского уровня зарегистрированы в 42 субъектах РФ. Аналогична ситуация со сколиозом. Удельный вес школьников со сколиозом выше среднероссийского уровня зарегистрирован в 34 субъектах РФ [7].

Следующим важным фактором окружающей среды для работающего населения являются условия труда, которые могут негативно влиять на состояние здоровья работников и способствовать формированию профессиональной патологии. Причем доля предприятий, не отвечающих санитарно-эпидемиологическим требованиям, достигает в ряде отраслей более 60%. При этом постоянно увеличивается доля работников, занятых на работах с вредными и опасными условиями труда. В 2010–2013 гг. максимальные цифры были характерны для металлургического производства, где данная доля увеличилась с 50,7 до 53,9%, для производства нефтепродуктов – с 46,6 до 51,1%, для добычи полезных ископаемых – с 46,1 до 53,3% [8].

Неблагоприятные условия труда и учебы логично было бы компенсировать отдыхом в соответствующих учреждениях. Но число санаторно-курортных организаций и организаций отдыха за 2000–2013 гг. уменьшилось в 1,3 раза, количество мест в них сократилось в 1,2 раза. Правда, число санаторных учреждений с лечением для детей и взрослых немного увеличилось – на 2%, а число отдохнувших в них – в 1,1 раза. Но при этом число учреждений для массового отдыха сократилось: домов отдыха – в 4,1, санаториев-профилакториев – в 2 раза, баз отдыха и туристических баз – в 1,2 раза. Соответственно



уменьшилось и число мест в них – в 2,3 раза. Что касается детских оздоровительных учреждений, то число их за 2000–2013 гг. сократилось на 5%, в том числе загородных оздоровительных – на 30%, в которых отдохнуло в 2013 году на 40% детей меньше, чем в 2000 г. [8]. Таким образом, база для массового отдыха и восстановления здоровых людей сокращается, а затраты населения на отдых в санаторно-оздоровительных учреждениях растут – увеличились в 3,4 раза за данный период [3].

Условия для каждодневной заботы о здоровье предполагают наличие у населения физкультурно-спортивной базы в шаговой доступности, это важный элемент окружающей среды. Данные статистики свидетельствуют об отсутствии существенных позитивных перемен в этой сфере в последние годы. Число спортивных сооружений в России за период 2005–2013 гг. увеличилось незначительно: спортивных залов стало больше в 1,1 раза, площадок и полей в 1,2 раза, плавательных бассейнов в 1,5 раза. Сократилось число стадионов с трибунами на 1500 мест в 1,2 раза [8]. Неудивительно, что занимаются физкультурой и спортом, по данным *RLMS-HSE*, менее пятой части населения, причем эта доля за 14 лет (2000–2014 гг.) выросла лишь на 2% (с 17% до 19%), при росте средней продолжительности занятий (с 8,8 до 10,4 час. в месяц). Мужчины традиционно больше вовлечены в спорт, чем женщины (23% и 16,4% соответственно). Что касается различий по возрасту, то наибольшая доля занимающихся среди подростков – 67,3%, а затем физическая активность существенно снижается. В группе молодежи 18–24 лет занимаются спортом 38,1%, 25–34 лет – 21,3%, 35–44 лет – 17,5%, 45–54 года – 12,2%. С ростом дохода и уровня образования люди начинают больше уделять внимания спорту. Материально обеспеченные респонденты предпочитают ходьбу, занятия на тренажерах и плавание [9]. По данным 2015 года, «регулярно тренируются» 16% россиян и еще 24% делают физические упражнения «время от времени», что соответственно в 1,7 и 1,5 раза больше, чем было в 2006 г. Доля выбравших вариант «никогда не занимаюсь» сократилась в 1,4 раза (с 55% до 38%) [10]. Эти положительные тенденции особенно позитивно выглядят в сочетании с таким фактом, что за последние 9 лет расходы россиян на платные услуги в области физкультуры и спорта выросли в 6,7 раза (а в сельской местности это увеличение достигло 11,9 раза) [3].

Здоровье человека в значительной степени зависит от характера его питания, которое также является компонентом окружающей среды. Каждый регион России в этом плане имеет особенности, но, по данным Роспотребнадзора, который проводит регулярные обследования, для большинства насе-

ления РФ, независимо от покупательной способности, характерен дефицит потребления белка (для 80% населения) и избыточное потребление жира (95%). Низкий уровень углеводов в питании населения большинства субъектов РФ (96%) обусловлен, прежде всего, недостаточным использованием овощей и фруктов при избытке сахара и кондитерских изделий [7].

Если посмотреть на структуру потребления основных продуктов питания в России в сравнении с другими странами, то окажется, что наша страна лидирует (после Белоруссии и Украины) в использовании картофеля и хлеба. Потребление молока и молочных продуктов, яиц, сахара находится на уровне большинства стран СНГ и ЕС. Отмечается недостаточное потребление мяса (69 кг на душу населения в год в РФ в сравнении со 118 кг в США и 88 кг в Германии), растительного масла (13 кг в сравнении с 31 кг в США, и 22 кг в Австрии), овощей и бахчевых (109 кг в сравнении с 359 кг в Армении и 198 кг в Казахстане), фруктов и ягод (64 кг в сравнении с 149 кг в Италии, 152 кг в Австрии) [8].

Несмотря на положительную динамику в потреблении населением отдельных видов пищевых продуктов, питание в целом, по мнению специалистов, остается несбалансированным. Научно установлена закономерность влияния такого питания населения на распространенность заболеваемости новообразованиями, сахарным диабетом, ишемической болезнью сердца, язвенной болезнью желудка, костно-мышечной системы и соединительной ткани. Статистика постоянно подтверждает эти выводы [7].

В то же время, согласно опросу ВЦИОМ в 2015 г., более трети населения (36%) осознают необходимость «есть здоровую пищу» и делают это. И число таких россиян за 8 последних лет увеличилось на 3%. Прежде всего, это москвичи и петербуржцы (51%), люди с высоким достатком (46%), высокообразованные (42%), активные интернет-пользователи (41%). Каждый седьмой (15%) соблюдает диету, выбранную самостоятельно (10%) или рекомендованную врачом (5%). Те же, чей рацион никак не ограничен, объясняют это по-разному. 27% говорят, что не жалуются на здоровье и поэтому едят все, что хотят. 20% сетуют, что материальное положение не позволяет им особо задумываться при выборе продуктов питания. Причем доля последних сократилась за последние девять лет на треть. В то же время, как показывают исследования, уровень материального благополучия никак не влияет на соблюдение респондентами диеты, а сказывается, главным образом, на предпочтении «здоровой пищи» – это

характерно для 46% опрошенных с высоким доходом и 27% – с низким доходом [10].

Проблемным «участком» сферы питания является постоянная борьба с весом значительной части россиян. По данным *RLMS-HSE*, средний индекс массы тела (ИМТ норма – до 25) для населения старше 14 лет вырос за 20 лет (1994–2014 гг.) среди женщин с 25,9 до 26,7, а среди мужчин – с 24,5 до 25,7. Очевидна взаимосвязь между избыточным весом и состоянием здоровья. Так, среди тех, кто свое здоровье считает «плохим или очень плохим», более 30% имеют вес, превышающий норму, а 40% – ожирение. В группе людей со «средним» здоровьем соответствующие доли равны 33 и 27%, а с «хорошим» – 29 и 11% [9]. Лишний вес находят у себя 39% опрошенных россиян, и эта доля за последние семь лет увеличилась на 4%. Из них «ничего не делали» для изменения ситуации 16...17% респондентов, а доля стремящихся влиять на вес «регулярно» и «нерегулярно» возросла за эти годы на 5% и 2% соответственно [11]. В целом специалисты оценивают культуру питания россиян как недостаточную для обеспечения здоровья.

Следующим важным компонентом окружающей среды является сфера здравоохранения, на которую традиционно человек возлагает ответственность за свое здоровье. Изменившаяся в последние десятилетия экономическая ситуация в России изменила и статус здравоохранения. Оно преимущественно перестало быть бесплатным, меньше финансируется со стороны государства, и менее эффективно, что привело к необходимости его реформирования.

Реформа российского здравоохранения изначально предполагала децентрализацию управления отраслью, внедрение системы обязательного медицинского страхования (ОМС), разработку федеральной и территориальных программ государственных гарантий обеспечения населения медицинской помощью. Эти преобразования были направлены на повышение экономической эффективности отрасли и увеличение ее ресурсного потенциала. Но новая бюджетно-страховая система финансирования оказалась неэффективной и не создала стимулов для более рационального использования ресурсов. Дальнейшее реформирование или модернизация здравоохранения, как стали именовать этот процесс, нашло воплощение в реализации приоритетного национального проекта «Здоровье» в 2006 г., целью которого было ослабление остроты наиболее значимых проблем отрасли посредством государственного финансирования. Приоритетами проекта названы развитие первичной медицинской помощи и обеспечение населения высокотехнологичной медицинской помощью.

Благодаря проекту, открыты 502 центра здоровья и 193 центра здоровья для детей, построено 39 региональных и 107 первичных сосудистых центров, что позволило снизить смертность от болезней системы кровообращения на 9,3%. Столь же эффективной оказалась и созданная в 50 регионах Российской Федерации современная система оказания медицинской помощи при травмах. Проведенная иммунизация населения позволила резко снизить заболеваемость управляемыми инфекциями. Стала расти продолжительность жизни россиян [12].

В 2010 г. была начата новая программа модернизации российского здравоохранения, целью которой стало создание условий для равного доступа россиян к качественной медицинской помощи, усиление внимания к профилактической направленности и формированию здорового образа жизни. Но спустя 5 лет Счетная палата РФ признала реформу здравоохранения «провальной: она не только не улучшила качество оказываемых населению медицинских услуг, но сделала их для населения менее доступными». Неразумная «оптимизация» привела к сокращению медицинского персонала, ухудшила качество оказываемой медицинской помощи и значительно (на 24%) увеличила объем платных услуг. Смертность в больницах в целом по стране выросла на 2,6%, а в 49 регионах – на 3,7% [13].

Пока эти изменения отражаются лишь в статистических данных, а население еще не успело почувствовать в полной мере негативные тенденции. В то же время, в ходе социологических опросов (2015 г.) респонденты отмечали такие обострившиеся за 2006–2015 гг. проблемы, как:

- 1) высокие цены на лекарства (69% в 2006 г. – 66% в 2015 г.);
- 2) нехватка врачей, специалистов (41...56%);
- 3) рост доли платных услуг в государственных учреждениях здравоохранения (28...57%);
- 4) очереди, плохая организация в больницах и поликлиниках (29...45%);
- 5) длительные сроки ожидания медицинской помощи (24...32%).

Все это не могло не повлиять на то, что к врачам люди стали обращаться реже, в последние полгода (2015 г.) менее трети респондентов (29%) посещали врачей. Эта доля существенно меньше аналогичной в 2006 г. – 48%. При том, что здоровее население за это время не стало. Большинство из обратившихся (81%) посещало государственные медицинские учреждения, некоторые (12%) – частные поликлиники и больницы [11].

Существенно повлиял на отношение населения к здравоохранению тот факт, что в послед-



нее время произошло значительное увеличение расходов населения на различные виды платных услуг в сфере здравоохранения и отдыха. Общая сумма всех расходов увеличилась в 3,9 раза (в городе – в 3,7 раза, на селе – в 4,8 раза), в том числе на медицинские услуги – в 5,1 раза и санаторно-оздоровительные – в 3,4 раза. И это всего за 9 последних лет (2005–2014 гг.).

Конечно, российское население пользуется преимущественно бесплатной медицинской помощью, но все чаще люди вынуждены обращаться за платными услугами. За 2005–2014 гг. первичный прием у врача подорожал в 3,2 раза, физиотерапия, анализ крови, лечебный массаж – в 3,1 раза. Еще больше выросли затраты на стоматологическую помощь, поставить пломбу теперь стоит в 3,5 раза дороже, а коронку – в 4,9 раза [3]. По данным ФОМ, доля оплачивающих медицинские услуги выросла за последние 8 лет с 42 до 46%. При этом официально оплачивали услуги 44% респондентов, неофициально – 12%. Примечательно, что в государственных учреждениях опрошенные платили даже чаще (29%), чем в частных (22%). Иногда платили за услуги, которые должны предоставляться, – 35% ответов в 2015 г. по сравнению с 30% в 2007-м. Эти затраты составили в среднем 12490 рублей за год для семьи. Причем размер выплат колебался в пределах от «меньше двух тысяч» до «20 тысяч и более». Чем крупнее населенный пункт, тем больше платит население за медицинские услуги. Лидирует Москва (19%) по оплате «20 тысяч и более» и с минимальной долей (2...3%) выплат по 2...4 тысячи. Сумма затрат на медицинские услуги оценена как «значимая» третьей частью респондентов (34%) [11].

Стремление оценить, насколько легко получить качественную медицинскую помощь, показало, что «легко» это для трети (31%) респондентов и «сложно» для почти половины (48%). И здесь материальное положение семьи оказывает прямое влияние на ответ – «легко» это сделать почти половине (45%) тех, у кого «на автомобиль хватает», и только каждому четвертому (24%) с низкими материальными доходами («на питание не хватает»). Две трети россиян (65%) оценивают качество медицинских услуг, предоставляемых в государственных больницах и поликлиниках, в целом как низкое (чаще это отмечают люди с высоким достатком – 69%, нежели малоимущие – 59%) [11].

Давний и традиционный призыв к профилактике во всех законодательных документах на практике не работает. Согласно данным *RLMS-HSE*, за двадцатилетний период (1994–2014 гг.) посещаемость врача с профилактической целью (в течение 3-х месяцев перед проведением опро-

са) почти не изменилась, оставшись на уровне 19%. Примечательно, что различий в посещениях врача с профилактической целью в зависимости от самооценки здоровья практически нет. Есть гендерные различия: если среди женщин ходят к врачу с профилактической целью 21%, то среди мужчин – 17%. Чаще практикуют такие посещения материально обеспеченные (24%), чем малоимущие (15%), различия по уровню образования невелики [14].

Несмотря на критический настрой по отношению к системе здравоохранения, две трети респондентов (65%) доверяют врачам, отмечая рост их квалификации за последнее десятилетие. Если в 2006 г. 34% респондентов указали на высокую квалификацию врачей, то в 2015-м таких ответов было уже 43%. Но интересна зависимость оценок квалификации врачей от материального положения респондента: чем выше материальный уровень опрошенного, тем лучше он оценивает врачей. Влияние материальной обеспеченности респондента проявляется и в ситуации выбора врача. Большинство участвовавших в опросе (65%) не выбирают врача, а идут «к кому направят». Среди них преимущественно (73%) люди малообеспеченные. «Сам выбираю» – ответили 29% респондентов. Определяющими факторами при этом являются: рекомендации знакомых (50%), стаж работы врача (39%), наличие ученой степени (28%), репутация медучреждения (27%) [11].

Несмотря на то, что возможность выбрать врача самому представляется предпочтительной (и это в основном связано с частной медицинской помощью), все же российское население больше доверяет государственным (65%), а не частным медучреждениям (17%). Степень доверия напрямую связана с возрастом человека – чем старше человек, тем больше доверия к государственным учреждениям: среди респондентов 18–30 лет им доверяют 57%, а среди тех, кто старше 60 лет – 82% [11].

Приведенные статистические и социологические данные свидетельствуют о том, что индивидуальное и общественное здоровье россиян зависит от значительного числа факторов окружающей среды, учет воздействия которых возможен только при наличии централизованного комплексного подхода к охране здоровья в масштабах страны. Попытки разработать национальную стратегию охраны и укрепления здоровья предпринимались в России неоднократно, начиная с 1994 г., последняя была в 2013 г. [5]. Для этого документа, как и для большинства предыдущих, свойственен промедицинский характер, когда почти все ресурсы и меры направляются

на развитие здравоохранения, хотя прошедшие десятилетия свидетельствуют о непродуктивности такого подхода. Очевидно, что здоровье населения, помимо здравоохранения, зависит от таких сфер жизни как: экология, трудовая деятельность, жилищно-бытовые условия, питание, занятия физкультурой и спортом, образование, организация досуга и пр. Все направления представляют собой отрасли народного хозяйства, которые должны быть ответственны за решение проблем, связанных со здоровьем. Пока этого не происходит, так как данный аспект никак не отражен в законодательстве. В связи с этим представляется актуальным введение юридических гарантий во всех сферах жизнедеятельности по критерию здоровья. Сложность реализации данного предложения состоит в том, что «здоровье» редко бывает первостепенным соображением при принятии решений во всех этих сферах жизни. Но, видимо, пришло время изменить взгляд на сложившееся положение.

Для того чтобы государственная политика в сфере обеспечения здоровья дала необходимые результаты, она должна быть принята и поддержана обществом и каждым индивидом. Это невозможно сделать без повышения информированности всех слоев населения в вопросах здоровья. Наиболее оптимальный путь достижения этой цели – создание системы обучения заботе о здоровье на всех этапах жизни человека. Потребность в такой системе стала актуальной в последние десятилетия, когда перед населением возникла задача – изменить отношение к здоровью и здравоохранению. Но оказалось, что люди к этому не готовы психологически, у них нет необходимых знаний, и они не представляют, где их получить. Поскольку процесс формирования потребностей весьма сложный и длительный, целесообразно говорить о нем, прежде всего, применительно к детям и подросткам. Современная школа сегодня не имеет концепции сохранения и укрепления здоровья детей, в школе нет предмета, обучающего заботе о здоровье. Достаточно распространенным является мнение о том, что обучать навыкам здоровья должна семья. Проблема в том, как воспитать грамотных родителей. Эффективнее всего это осуществлять в общеобразовательной школе путем систематического преподавания предмета «здоровье». Индивид должен отвечать за свое здоровье после того, как получит необходимую для этого информацию и материально-технические возможности для реализации потребностей в здоровом образе жизни. И только тогда у нас будет здоровая и счастливая нация.

Литература

1. Демографический ежегодник России. 2015: Стат. сб./ Росстат. – М. 2015. URL: [http://www.gks.ru/free_doc/doc_2015/demo15.pdf (дата обращения 11.03.2017).
2. Молодежь России 2000–2025. Развитие человеческого капитала. М. 2013. Доклад на правах рукописи. Доклад подготовлен специалистами Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте Российской Федерации (РАНХиГС). URL: http://vmo.rgub.ru/files/report-937-2.pdf (дата обращения 07.03.2017).
3. Здравоохранение в России 2015. Статистический сборник, Росстат РФ, М. URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2015/zdrav15.pdf (дата обращения 10.03.2017).
4. Российский статистический ежегодник 2016, М. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135087342078 (дата обращения 21.04.2017).
5. Основные положения Стратегии охраны здоровья населения РФ на период 2013 –2020 гг. М. 2013 URL: http://polit.ru/media/files/2013/12/25/81c-8aa58d07e0615f49bd9778e4d0a34.pdf(дата обращения 25.04.2017).
6. Зубанова С.Г. Экология 2008 URL: http://www.e-reading.club/chapter.php/78919/17/Zubanova_-_Ekologiya.html (дата обращения 22.04. 2017).
7. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2014 году: Государственный доклад. М.: Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2015. 206 с. URL: rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/22c/gd_2014_seb_dlya-sayta.pdf (дата обращения 19.04.2017).
8. Российский статистический ежегодник 2014 URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135087342078 (дата обращения 20.04.2017).
9. Гремченко Е.П., Рощина Я.М. Факторы склонности к здоровому образу жизни // Вестник Российского мониторинга экономического положения и здоровья населения НИУ ВШЭ (RLMS HSE) Выпуск 6. Ответственный редактор П. М. Козырева, Москва. 2016 URL: https://www.hse.ru/data/2016/07/28/1118935935/Vestnik%20RLMS-HSE_2016.pdf (дата обращения 24.04.2017).
10. Пресс-выпуск ВЦИОМ №2837 URL: http://wciom.ru/index.php?id=236&uid=115256 (дата обращения 20.04.2017).



11. Доминанты. Поле мнений. Социологический бюллетень. Здравоохранение. 2015. Фонд «Общественное мнение» URL: <http://bd.fom.ru/pdf/d28zd15.pdf> (дата обращения 17.04.2017).

12. Голикова Т.А. Итоги реализации приоритетного национального проекта «Здоровье» в 2006–2010 гг. URL: <http://www.gosbook.ru/node/17098/> (дата обращения 15.04. 2017).

13. Счетная палата раскритиковала реформу системы здравоохранения URL: <https://lenta.ru/news/2015/04/14/medicine/> (дата обращения 25.03.2017).

14. Краснова Л.С. Состояние здоровья как фактор спроса на платные медицинские услуги // Вестник Российского мониторинга экономического положения и здоровья населения НИУ ВШЭ (RLMS HSE). Вып. 5 Отв. ред. П. М. Козырева. – М. 2015. URL: https://www.hse.ru/data/2015/10/09/10774351-80/Vestnik%20RLMS-HSE_2015.pdf (дата обращения 25.04.2017).

Environment and Human Health

I.V. Zhuravleva, *doctor of sociological sciences, chief researcher, manager of sector of Social problems of health, Institute of sociology of RAS; Moscow*

e-mail: zhuriv@mail.ru

Summary. In article on materials of statistics, the state documents and sociological researches it is considered the influence on human health of such components of the environment as : ecology, comfort of housing stock, the working conditions, features of food of the people, security with the organizations of rest, sports base, services of a health system. The negative influence of these components is noted to some extent. The conclusion is drawn on expediency of the accounting of their influence within the Health strategy of the population which would be directed to all specified spheres of life, and not just on a health system as it was still. Effectiveness of these measures will also depend on degree of knowledge of all segments of the population in health issues. The most optimum way of increase in such knowledge - creation of system of training in care about health at all stages of human life.

Keywords: people health, environment, health protection strategy

References:

1. Demographic year-book of Russia. *Statistical collection . Rosstat.2015. Moscow* URL: [http://www.gks.ru/free_doc/doc_2015/demo15.pdf] (date of the address 3/11/2017).

2. Youth of Russia 2000–2025. Development of the human capital. The report as the manuscript.

The report is prepared by specialists of Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration (RANEPA). 2013. Moscow. URL: <http://vmo.rgub.ru/files/report-937-2.pdf> (date of the address 3/7/2017).

3. Health care in Russia 2015. *Statistical collection, Rosstat of the Russian Federation. Moscow.* URL: http://www.gks.ru/free_doc/doc_2015/zdrav15.pdf (date of the address 3/10/2017).

4. Russian statistical year-book of 2016. Moscow. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135087342078 (date of the address 4/21/2017).

5. Basic provisions of the Health strategy of the population of the Russian Federation for 2013 –2020rr. 2013. Moscow. URL: <http://polit.ru/media/files/2013/12/25/81c8aa58d07e0615f49bd9778e4d0a34.pdf> (date of the address 4/25/2017).

6. Zubanova S.G. Ecology 2008. URL: http://www.e-reading.club/chapter.php/78919/17/Zubanova_-_Ekologiya.html (date of the address 22/04/2017).

7. About a condition of sanitary and epidemiologic wellbeing of the population in the Russian Federation in 2014: *State report. Federal Service for the Oversight of Consumer Protection and Welfare.* 2015. Moscow, 206 p. of URL: rospotrebnadzor.ru/upload/iblock/22c/gd_2014_seb_dlya-sayta.pdf (date of the address 4/19/2017).

8. Russian statistical year-book 2014 URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1135087342078 (date of the address 4/20/2017).

9. Gremchenko E.P., Roshchina Ya.M. Factors of tendency to a healthy lifestyle. *Messenger of the Russian monitoring of an economic situation and health of the population of Higher School of Economics National Research University (RLMS HSE) Release 6. Editor-in-chief P. M. Kozyreva.* 2016. Moscow. URL: https://www.hse.ru/data/2016/07/28/1118935935/Vestnik%20RLMS-HSE_2016.pdf (date of the address 4/24/2017).

10. Press release of the All-Russian Public Opinion Research Center (ARPORC) No. 2837 URL: <http://wciom.ru/index.php?id=236&uid=115256> (date of the address 4/20/2017).

11. Dominants. Field of opinions. Sociological bulletin. Health care. *Public opinion Fund.* 2015. URL: <http://bd.fom.ru/pdf/d28zd15.pdf> (date of the address 4/17/2017).

12. Golikova T. A. Results of implementation of the priority national project «Health» in 2006–2010 URL: <http://www.gosbook.ru/node/17098/> (date of the address 15:04.2017).

13. The Audit Chamber has scarified reform of a health system of URL: <https://lenta.ru/news/2015/04/14/medicine/>(date of the address 3/25/2017).

14. Krasnova L. S. State of health as factor of demand for paid medical services. *Messenger of the Russian monitoring of an economic situation and health of the population of Higher School of Economics National Research University (RLMS HSE). Issue 5. Editor-in-chief P. M. Kozyrev.* 2015. Moscow URL: https://www.hse.ru/data/2015/10/09/1077435180/Vestnik%20RLMS-HSE_2015.pdf (date of the address 4/25/2017).

Роль рекреационных зон в формировании здоровья человека

А.Т. Козлов

*д.б.н., профессор, ведущий научный сотрудник
Военного учебно-научного центра
Военно-воздушных сил «Военно-воздушная
академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина»; г. Воронеж*

Ю.В. Цыплухина

*к.х.н., доцент кафедры управления
повседневной деятельностью подразделений
Военного учебно-научного центра
Военно-воздушных сил «Военно-воздушная
академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина»; г. Воронеж*

e-mail: ulia80@yandex.ru

Е.В. Манченко

*преподаватель кафедры управления
повседневной деятельностью подразделений
Военного учебно-научного центра
Военно-воздушных сил «Военно-воздушная
академия имени профессора Н.Е. Жуковского
и Ю.А. Гагарина»; г. Воронеж*

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме экологических аспектов города и роли зеленых насаждений в формировании здоровья населения. Определены основные факторы положительного влияния рекреационных зон на здоровье населения, производительность труда. Отмечается большая роль древесно-кустарниковых пород в очистке воздуха. Показано, что зеленые насаждения обладают значительными шумопоглощающими свойствами. Важным свойством растений является их способность аккумулировать из атмосферы большинство поллютантов.

Ключевые слова: рекреационная зона, здоровье, шумопоглощение, зеленые насаждения.

«Городская среда» – фундаментальное понятие, выражающее глубинную сущность города и как места сосредоточения больших масс людей, и как функционального образования, играющего важную роль в жизни и развитии общества, в его территориальной организации. Помимо этого, городская среда – важная составляющая часть потенциала города, благодаря которой он выполняет свою историческую миссию двигателя прогресса. Многообразная и многоконтактная городская сре-

да благоприятствует возникновению и развитию нового в разных сферах человеческой деятельности. Находясь под антропогенным прессом, подвергаясь многообразным нагрузкам, природа способна восстанавливаться, спасая тем самым себя и защищая человека.

Природа в городе и его ближайшем окружении подвергается тяжкому испытанию. Будучи местами концентрации разнообразной промышленности, строительства, энергетики, автомобильного парка, населения, города являются источниками антропогенных загрязнений воздуха, поверхностных и подземных вод, почвы. Их можно уподобить вулканам, извергающим на собственную и окружающую территории огромное количество газообразных, жидких и твердых веществ. Город активно обменивается веществом и энергией с окружающим его пространством [1].

При комплексном решении проблем благоустройства городов в современных условиях стремительной урбанизации все большую актуальность приобретают флористические рекреационные ресурсы. По многообразию своих функций зеленые насаждения входят в число основных факторов, улучшающих экологическую обстановку в крупных городах. К основным функциям зеленых насаждений городской экосистемы относятся: санитарно-гигиеническая, эстетическая, рекреационная и другие роли.

Рекреационные зоны являются основными экологически чистыми территориями, способными в наибольшей степени обеспечить нормальное физиологическое функционирование человеческого организма, содействуют восстановлению его физических и моральных сил [2]. Эти зоны крайне необходимы в современных условиях для массового отдыха горожан.

Рекреационные зоны являются важнейшим стабилизатором городских и пригородных зон. Огромное количество кислорода вырабатывается зелеными зонами города, пригородными лесами, многочисленными садоводческими товариществами. Большая поверхность фитомассы зеленых зон задерживает частицы пыли, аккумулирует из воздуха вредные газы, уменьшает шум. Биологически активные вещества (фитонциды), выделяемые древесными растениями, ограничивают рост и развитие патогенных микроорганизмов. Хвойные зоны существенно изменяют ионизацию воздуха, повышая в нем содержание



легких ионов. Велико также эмоциональное воздействие леса на человека, что во многом определяется ландшафтно-эстетическими свойствами насаждений [3].

Мы проанализировали основные функции рекреационных зон и влияние свойств рекреационных зон на организм человека.

Производство кислорода

Количественно кислородопроизводительная способность зеленых насаждений, в зависимости от породного состава, характеризуется следующими показателями: сосновые – от 4 до 11 т/га в год, еловые – от 5 до 13 т/га в год, дубовые – от 6 до 14 т/га в год. В атмосферном воздухе безлесных участков содержание CO_2 достигает 0,42 мг/м³, а в воздухе лесопарков содержание CO составляет только 0,17...0,04 мг/м³, то есть в 2...10 раз меньше [2].

Пылеосаждающая способность

Пылеосаждающая способность рекреационных насаждений количественно оценивается в 20...70 т/га в год пыли. В массивах насаждений с преобладанием ели – 30 т/га в год, сосны – 37 т/га в год, дуба – 54 т/га в год. Важным свойством растений является их способность аккумулировать из атмосферы большинство поллютантов, особенно соединений серы, азота, углерода, а также формальдегид, фенольные соединения, некоторые металлы и использовать их как источник макро- и микроэлементов для построения ряда структурных и функциональных систем.

От одного автомобиля ежегодно при среднем пробеге 15000 км выбрасывается в атмосферу с отработанными газами около 1 т оксидов углерода (CO), 2 т угарного газа (CO), 200 кг углеводородов (C_xH_y), 30 кг оксидов азота (N_xO_y), а также сажа, оксиды серы, альдегиды и прочие вредные соединения. Всего в выхлопных газах обнаружено около 200 различных веществ, большинство из которых обладает токсичными свойствами. При средних условиях роста 1 га насаждений рекреационных зон ассимилирует за сутки около 300 кг CO_2 , при этом отфильтровывая через листья (хвою) более 500 тыс. куб. м атмосферного воздуха [2]. Газопоглотительная способность рекреационных насаждений количественно составляет до 10 т/га в год техногенных атмосферных загрязнителей.

Способность рекреационных насаждений усваивать углекислоты зависит также и от возраста насаждений. Гектар 20-летнего сосняка поглощает 9 т углекислого газа в год, а 60-летнего – 13 т. В старшем возрасте эта поглотительная способность растений снижается. Самыми производи-

тельными в данном отношении являются средневозрастные зеленые насаждения [4].

Снижение шума

Лесные насаждения являются надежным барьером на пути распространения различного рода шумов. По сведениям В.Д. Пряхина и В.Т. Николаенко [4], хорошо развитые лесные полосы шириной 40 м уменьшают шум на 17...23 дБ. На участках дорог города с древесно-кустарниковой растительностью зарегистрированное снижение уровня шума в среднем составляет 20%. Зеленые насаждения, с одной стороны, могут поглощать звук в силу растрового эффекта, но с другой – отражать его в силу наличия объема фитомассы.

В роли шумопоглощающих сооружений придорожных территорий растительность может 8 °С. Зеленые насаждения одновременно увеличивают относительную влажность воздуха на 1...30%. Такой воздух более пригоден для дыхания людей, а увеличение влажности воспринимается как понижение температуры воздуха.

Фитонцидные свойства

Фитонциды – биологически активные вещества, выделяемые растительностью. В микроскопических дозах они могут задерживать рост и размножение одних микроорганизмов, стимулировать рост других и играть существенную роль в регулировании состава микрофлоры воздуха, почвы и воды. Летучие фитонциды способны оказывать свое действие на расстоянии. Фитонциды обладают бактерицидными, антифунгальными (активны в отношении микроскопических грибов и актиномицетов) и протистоцидными (активны в отношении клеточных простейших) свойствами.

Содержание разнообразных микроорганизмов, среди которых значительно преобладают бактерии, в воздухе города до 33 раз больше, чем в воздушном бассейне растительных сообществ [5]. Практически стерилен (400...800 микроорганизмов в 1 м³) воздух молодых и средневозрастных сосновых древостоев на высоте роста человека. Заметным бактерицидным действием обладают смешанные насаждения с развитым подростом и подростом.

Фитонциды способны оказать положительное влияние на здоровье людей, укрепить сопротивляемость организма человека инфекции, стимулировать деятельность центральной нервной системы, пищеварительных желез желудка. Установлено положительное влияние летучих выделений на динамику мозгового кровообращения у людей, занятых умственным трудом; практически здоровым людям полезно пребывание в смешанных многоярусных насаждениях [6].

Вместе с тем отмечается неоднозначное воздействие фитонцидов на организм человека: больным гипертонией противопоказано пребывание в насаждениях сирени, молодых тополей или сосняке [7]. Под действием фитонцидов стимулируется деятельность сердца, тонизируются сократительные образования кровеносных сосудов. Изучение воздействия летучих выделений различных насаждений на людей с больным сердцем было начато Л.З. Гейхманом еще в 1959 году. По его данным, 73% больных отдавали явное предпочтение полю, а не молодому хвойному лесу. В ряде случаев реакция на летучие выделения хвои протекала у них по типу аллергии – появлялась одышка, сердцебиение, головная боль и тошнота. Исследователь пришел к выводу, что в хвойном лесу такие больные в жаркий день чувствуют себя хуже, чем в закрытом помещении. В 1979 году этим же автором было установлено, что летучие фитонциды дуба обладают гипотензивным эффектом; лаванды, душицы, мелиссы лекарственно-седативным, мяты – спазмолитическим; березы, чабреца, липы – бронхолитическим. Гейхман подчеркивает, что летучие фитонциды дуба и боярышника действуют на сердечных больных иначе, чем нелетучие фитонциды.

Заключение

Все названные функции зеленых насаждений рекреационных зон оказывают благотворное воздействие на человека и его здоровье, добавляется и психоэмоциональное воздействие, способствующее возникновению положительных эмоций, восстановлению душевного равновесия и психических сил человека, созданию комфортных условий для отдыха, способствуют поддержанию окружающей среды в благоприятном состоянии.

Литература

1. Козлов А.Т., Бельских Н.В., Козлов Н.А. Особенности экологического кризиса в промышленном городе и механизм его преодоления // Вестник ВГУ, серия Химия. Биология. Фармация. – 2014, № 1. С. 56–60.
2. Исаев А.С., Коровин Г.Н. Актуальные проблемы национальной лесной политики. М.: Левко / Центр экологической политики России, 2009. 108 с.
3. Лебков В.Ф. Дендрометрические основы структурно-динамической организации древесных ценозов сосны. Дис. ... докт. биол. наук. – М., 1992. – 143 с.
4. Пригородные леса / В.Д. Пряхин, В.Т. Николаенко. – М: Лесная промышленность, 1981. – 246 с.
5. Блинкин С.А., Рудницкая Т.В. Фитонциды вокруг нас. М.: Знание, 1981. 143 с.

6. Palmer M. Ecological Restoration of Streams and Rivers: Shifting Strategies and Shifting Goals / M. Palmer, K. Hondula, B. Koch // Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics 2013.V. 44, P. 247–269.

7. On the Nature and Evolutionary Impact of Phenotypic Robustness Mechanisms [Text] / Mark L. Siegal and Jun-Yi Leu // Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics № 45, 2013. P. 495–517.

Role of Recreational Zones in Formation of Human Health

A.T. Kozlov, doctor of biological sciences, professor, leading researcher of Military educational scientific center of the Air Force «Military and air academy of a name of professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin»; Voronezh

Yu.V. Tsyplukhina, candidate of chemical sciences, associate professor of management of daily activity of divisions of Military educational scientific center of the Air Force «Military and air academy of a name of professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin»; Voronezh

e-mail: ulia80@yandex.ru

E.V. Manchenko, teacher of department of management of daily activity of divisions of Military educational scientific center of the Air Force «Military and air academy of a name of professor N.E. Zhukovsky and Yu.A. Gagarin»; Voronezh

Summary. Article is devoted to a current problem of ecology of the large industrial city - a role of green plantings in formation of health of the population. Major factors of positive influence of recreational zones on health of the population, labor productivity are defined. The big role of wood and shrubby breeds in purification of air is noted. It is shown that green plantings have considerable noise-attenuating properties. Important property of plants is their ability to accumulate the majority of pollutants from the atmosphere.

Keywords: recreational zone, health, noise-absorbing, green plantings.

References:

1. Kozlov A.T., Belskikh N.V., Kozlov N.A. Features of ecological crisis in the industrial city and the mechanism of its overcoming. *Bulletin of Voronezh state university. Series Chemistry. Biology. Pharmacy.* 2014. No.1. pp. 56-60.
2. Isaev A.S., Korovin G.N. Current problems of national forest policy. *Levko. Center for Russian environmental policy.* 2009. Moscow, 108 p.
3. Lebkov V.F. Dendrometrical basis of the structural and dynamic organization of wood cenosis of a pine. *Thesis of the doctor of biological sciences.* 1992. Moscow, 143 p.
4. Pryakhin V.D., Nikolaenko V.T. Suburban forests. *Forest industry.* 1981. Moscow, 246 p.
5. Blinkin S.A., Rudnitskaya, T.V. Volatile around us. *Znanie.* 1981. Moscow, 143 p.
6. Palmer M. Hondula K., Koch B. Ecological Restoration of Streams and Rivers: Shifting Strategies and Shifting Goals. *Annual review of Ecology, Evolution, and Systematics.* 2013. Volume 44. pp. 247–269
7. Siegal Mark L. and Leu Jun-Yi On the nature and evolutionary impact of phenotypic robustness mechanisms. *Annual review of Ecology, Evolution, and Systematics.* 2013. Volume 45. pp. 495–517.



Состояние и перспектива развития туристического кластера в Астраханской области

Н.В. Попова



*к.э.н., доцент
кафедры «Экономика
и управление»
Астраханского филиала
РАНХиГС
при Президенте
Российской Федерации;
г. Астрахань
e-mail:
popovanv5@icloud.com*

С.О. Калихова



*директор
ООО «Каравелла»;
Астраханская область,
Камызякский район,
с. Самосделка*

Аннотация. В статье рассматривается проблема диверсификации туристского продукта Астраханской области в связи с истощением природных ресурсов, являющихся базовыми для рыболовно-охотничьего туризма, а также тенденции развития туристического кластера на основе экологического подхода к использованию рекреационных ресурсов Нижней Волги.

Ключевые слова: туристический кластер, кластерный анализ, экологический туризм, рекреационный природный ресурс, рыболовно-охотничий туризм.

Астраханская область – регион активно развивающегося туризма. Здесь, как и во всей России, наметилась тенденция к устойчивому развитию выездного туризма, однако последнее пятилетие активно набирает обороты внутренний и въездной туризм. Программой социально-экономического развития Астраханской области на долгосрочную перспективу все отрасли экономики региона сгруппированы в три направления, в зависимости от уровня и потенциала кластеризации каждой отрасли, а также ее значения для экономики области. Туристический комплекс региона, по мнению экспертов, входит в первую группу, которая характеризуется высоким уровнем кластерного взаимодействия, растущим рынком, но в тоже время не является базовой для экономики области. Исходя из этого, и определены задачи и инструменты кластерной региональной политики развития туризма. Основной задачей на перспективу является создание в Астраханской области туристического комплекса, соответствующего международным требованиям к уровню его инфраструктуры, сервисному обслуживанию и предприятиям индустрии туризма.

Ключевым механизмом развития этого направления в настоящее время является создание кластера, который позволяет объединить всех участников туротрасли и других смежных отраслей, скоординировать и консолидировать усилия, направленные на реализацию стратегических приоритетов этого сегмента экономики региона.

Посредством кластерного анализа, в отличие от традиционного анализа секторов экономики, прослеживаются цепочки формирования добавленной стоимости, производства и реализации продукта и выделяются участвующие в этом структуры и хозяйствующие субъекты. В соответствии с данной методологией туристический кластер Астраханской области представляет собой совокупность взаимосвязанных компаний, а именно: туроператоров, турагентов, транспортных и страховых компаний, гостиниц, отелей и баз отдыха, магазинов по продаже сувенирной продукции и товаров для охоты и рыбалки, компаний сферы услуг, компаний, обеспечивающих маркетинг, научно-исследовательских институтов, органов государственной власти и объектов культуры. Одним словом, кластер объединяет всех тех, кто взаимодействует по тем или иным вопросам в сфере туризма, активно дополняет друг друга и, что самое главное, усиливает свои конкурентные преимущества.

К сожалению, развитие цивилизованного туризма в регионе сдерживается низким уровнем благоустройства и обустройства туристских маршрутов, зон отдыха, оборудованных причалов и стоянок, видовых точек, а также отсутствием практически повсеместно продуманного сценария приема гостей. Незрелость туристского сервиса, усложненная транспортная доступность отрицательно

сказывается на развитии этого перспективного сектора экономики области. Вместе с тем динамика показателей в этой отрасли показывает значительный интерес к области. По экспертным оценкам, туристический поток в Астраханскую область составляет около двух с половиной миллионов человек в год. Количество хозяйствующих субъектов кластера составляет порядка 780 единиц с численностью работающих 10,7 тыс. человек (рис. 1).

Астраханский туризм в настоящее время в преобладающей степени представлен трофейной рыбалкой в дельте реки Волги. Сравнительный анализ туристских продуктов регионов Южного федерального округа, проведенный Центром стратегических разработок «Северо-Запад», показал, что туризм в Астраханской области имеет узкую рыболовно-охотничью направленность, которая уже является сформированной в качестве бренда и занимает 25...30% российского рынка.

Современные тенденции развития туризма, а также риски, связанные с истощением ресурсов, вынуждают изменить политику в сторону диверсификации туристского продукта. Так, маркетинговые исследования, которые проводились в регионе с целью изучения потенциала и развития туристической отрасли, показали, что свою туристическую специфику имеют и районы, располагающиеся в северной части области. И это не только охота и рыбалка, но и археология, экологический, событийный и познавательный туризм. В силу того, что рыболовно-охотничий туризм, который в Астраханской области составляет 78% от общего въездного потока в область, неразрывно связан с использованием природных ресурсов региона в виде водных объектов, объектов животного и водного мира, то выделять экологический туризм как отдельное направление в нашей области не совсем логично. По нашему мнению, экологическая составляющая должна присутствовать во всех направлениях туризма, связанных с отдыхом на природе, любительским рыболовством и охотой.

В настоящее время главная задача туристического кластера региона заключается в том, чтобы

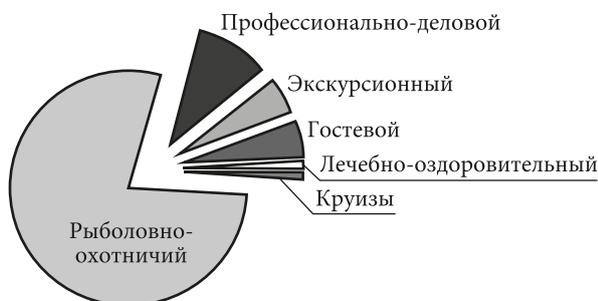


Рис. 1. Структура въездного туризма Астраханской области

посредством развития экотуризма изменить отношение всех субъектов турбизнеса к природе с потребительского на бережное, улучшить охрану окружающей среды. Это в полном объеме соответствует установке Международного общества экотуризма (*The International Ecotourism Society*), определяющего «экотуризм как ответственное путешествие в природные территории, которое содействует охране природы и улучшает благосостояние местного населения».

К тому же биологические ресурсы дельты Волги, в отличие от минерально-сырьевых, являются возобновляемыми и могут служить людям сколь угодно долго. Стратегические приоритеты Российской Федерации определяют безальтернативность экологического подхода к использованию ресурсов Нижней Волги, в том числе и рекреационных.

Для экологической системы региона основная цель – сохранение баланса среды обитания регионального сообщества с экологической средой. В этом контексте социально-экономические выгоды от развития туристско-рекреационной деятельности должны быть ориентированы на оптимизацию использования природных богатств Астраханской области и сохранение уникальных природных ландшафтов Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги.

Среди приоритетных экологических проблем Астраханской области особо выделяется проблема качества водных ресурсов. Проблема загрязнения поверхностных и подземных вод и качества питьевой воды имеет самый высокий ранг приоритетности. Негативные последствия данной проблемы имеют широкий спектр проявлений, как в виде ущерба здоровью населения, так и вреда, наносимого природным водным биоресурсам: рыбы, раков, промысловых животных и птиц, представляют угрозу уникальным водным экосистемам дельты Волги, и в конечном итоге снижается рекреационный потенциал Нижней Волги.

Для туризма огромное значение в качестве самостоятельного ресурса имеет пейзаж как совокупность неких эстетических качеств ландшафта, его живописность. Загрязнение и захламление территории Астраханской области твердыми отходами производства и потребления, неудовлетворительное обращение с отходами на существующих полигонах, несанкционированное размещение отходов на землях, представляющих рекреационную ценность (стихийные свалки), снижает привлекательность территории для массового туризма. Тут есть довольно серьезные проблемы, требующие значительных государственных инвестиционных вложений для строительства очистных сооружений и заводов по глубокой переработке и утилизации



твердых бытовых и промышленных отходов, что в условиях финансового кризиса достаточно проблематично, но для решения некоторых вопросов достаточно административных решений.

Так, с целью предотвращения деградации уникальных ландшафтов Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги под прессом техногенной нагрузки необходимо осуществить первоочередные организационные мероприятия, направленные на полный запрет на спортивный и любительский лов проходных и речных рыб с 20 апреля по 31 мая – в период ее массового нерестового хода и нереста. Следует провести постепенное переориентирование существующих и строящихся баз отдыха на рыбалку по принципу «поймал – отпустил»; ввести жесткие ограничения на мощность лодочных моторов для проведения экскурсий (до 20 л. с.).

Отдельную проблему представляет самостоятельный туризм. На территории Астраханской области, особенно в Волго-Ахтубинской пойме, ежегодно отдыхают, по разным оценкам, от 200 до 500 тысяч самостоятельных туристов, которые используют природные ресурсы Астраханской области. Средства, в том числе на восстановление природных ресурсов, от указанной категории туристов в бюджет Астраханской области не поступают.

Вспомним, что до 2004 года, когда вступил в силу Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов», в стране действовали нормы вылова на одного рыбака. В соответствии с ними максимальный объем добычи в сутки на одного рыбака составлял от 3 до 5 килограммов. Сегодня при отсутствии нормы вылова рыбы уже невозможно отличить рыбака-любителя от браконьера, поскольку вылов биоресурсов не ограничен.

Как показывает практика, необоснованное исключение ограничений по количеству выловленной рыбы для любительского и спортивного рыболовства в законодательстве о рыболовстве привело к «промысловизации» этого вида рыболовства. Отсутствие ограничений на вылов становится привлекательным для сокрытия коммерческих целей любительского и спортивного рыболовства и прикрытием для браконьерства (в том числе через уловы, которые достигают десятков килограммов на одного рыбака в сутки, что в сочетании с длительным пребыванием конкретного рыбака на водотоках и водоемах Волго-Каспийского бассейна приводит к изъятию рыбы на одного рыбака-любителя в сезон до сотен килограммов и даже тонн). Так называемые рыбаки-любители не только вывозят с водоемов указанное выше количество водных биологических ресурсов, тем самым нанося ощутимый урон их запасам, но также обрабатывают рыбу на местах рыбной ловли в целях заготовки ее для длительного хранения (по-

сол, вяление, копчение, консервирование), нанося серьезный ущерб окружающей среде, ухудшая эпизоотическое состояние дельты Волги.

Для сохранения сложившегося бренда Астраханской области как одной из основных точек спортивного и туристского рыболовства в России, а также учитывая возрастающую антропогенную нагрузку на водные биологические ресурсы внутренних водоемов Волго-Каспийского бассейна со стороны любительского и спортивного рыболовства, в значительной степени неорганизованного, в качестве первоочередной меры, направленной на стабилизацию ситуации в рекреационном рыболовстве и исключение существующего хищнического «любительского промысла», необходимо вернуться к законодательному установлению нормы вылова на одного рыбака в сутки.

К сожалению, до настоящего времени ненадлежащим образом функционирует и система мониторинга состояния окружающей природной среды.

У каждой организации свой банк данных, своя наблюдательная сеть, свои методики мониторинга, но нет единой системы, объединяющей всех наблюдателей и контролеров, которая позволяла бы эффективно использовать имеющиеся аналитические ресурсы для управления природными ресурсами, в том числе и рекреационными. Мониторинг должен быть ведомственным, а результаты его – доступными для специалистов и широкой общественности.

В обязательном порядке необходимо осуществить расчет предельно допустимых антропогенных нагрузок на экосистемы дельты Волги и разработать схему размещения зон рекреации с целью сохранения биоразнообразия водно-болотных угодий Нижней Волги.

Для Астраханского туристического кластера, учитывая специфику турпродукта, особенно актуальна разработка особой экологической политики. Истощение рыбных ресурсов области, сокращение мест интенсивного лова, снижение качества воды в водных объектах, загрязнение атмосферного воздуха и отсутствие эффективной политики со стороны государства в сфере природопользования и восстановления ведут к ухудшению общей экологической ситуации в регионе и весьма негативно сказываются на состоянии туризма. В сложившейся ситуации политика области в системе охраны и использования природных ресурсов должна строиться преимущественно на возобновляемых ресурсах и сберегающих ресурсах технологиях, на принципе проектирования объектов и инфраструктуры туризма, позволяющем гармонично вписывать их в природную и культурную среду, и снижения технологического воздействия на окружающую среду.

Литература

1. Дроздов А.В. Основы экологического туризма. – М.: Гардарики, 2005.
2. Колбовский Е.Ю. Экологический туризм и экология туризма: учебное пособие. – М: Академия, 2006.
3. Сергеева Т.К. Экологический туризм. – М.: Финансы и статистика, 2004.
4. Сосунова И.А. Экология предметного мира: концептуальные основы и социальная практика. – М., 2014.

Status and Perspective of Development of a Tourist Cluster in the Astrakhan Region

N.V. Popova, candidate of technical sciences, associate professor of department «Economy and management» of Astrakhan branch of Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration; Astrakhan

e-mail: popovanv5@icloud.com

S.O. Kalikhova, director of LLC «Karavella»; Astrakhan region, Kamyzyaksky district, village of Samosdelka

Summary. In this article the problem of diversification of a tourist product of the Astrakhan region in connection with exhaustion of the natural resources which are basic for fishing and hunting tourism and also a tendency of development of a tourist cluster proceeding from ecological approach to use of recreational resources of the Lower Volga is considered.

Keywords: tourist cluster, cluster analysis, ecological tourism, recreational natural resource, fishing and hunting tourism.

References:

1. Drozdov A.V. Bases of ecological tourism. *Gardarika*. Moscow, 2005.
2. Kolbovskiy E.Yu. Ecological tourism and ecology of tourism: manual. *Academy*. Moscow, 2006.
3. Sergeeva T. K. Ecological tourism. *Finance and statistics*. Moscow, 2004.
4. Sosunova I.A. Ecology of the objective world: conceptual bases and social practice. Moscow, 2014.

academquality.ru, ql-journal.ru

Развитие сельского туризма на принципах экотуризма как фактор повышения жизни населения региона



А.Д. Омельченко

к.социол.н., доцент кафедры «Экологический туризм» Астраханского государственного технического университета; г. Астрахань

e-mail: kalievan@rambler.ru

Аннотация. В настоящее время одним из популярных видов отдыха во всем мире, и в России в том числе, является сельский туризм. Астрахань может занять достойное место не только среди российских регионов, но и на международном уровне в этом секторе туристического бизнеса. Сельский туризм в Астрахани – довольно молодое, но перспективное направление, что обусловлено уникальной природой, сочетанием различных ландшафтов, многослойным

этническим составом, сочетанием различных хозяйственных укладов, традиционным гостеприимством. Высокий уровень безработицы, который характерен не только для Астраханской области, но и для других регионов, можно частично компенсировать развитием сельского туризма. Это позволяет не только создавать новые рабочие места, но и формировать природо-ориентированное поведение местного населения и гостей региона.

Ключевые слова: экотуризм, сельский туризм, Астраханская область, регион, качество жизни, сельские местности, ресурсы, потенциал, безработица, экоповедение, экологическое сознание.

Дезориентация общества, экономические проблемы последних лет создали условия, в которых вопросам экологии, даже при ажиотажном, громком освещении техногенных катастроф и природно-климатических катаклизмов, отводилось далеко не первое место. Эти вопросы отступили на периферию общественного сознания.



ния, что не могло, в конечном счете, не привести к социальной апатии, созданию кризисной ситуации, когда многие мировоззренческие установки, нормативные ограничения во взаимоотношениях с природой были стерты, искажены эффектом неочевидной парадоксальности. Экономический кризис, который охватил Россию в последние годы, усугубил данный процесс, поэтому не случайно 2017 год объявлен Годом экологии. Снижение вредных экологических воздействий на население (т.е. в первую очередь повышение качества воздуха, воды, борьба с загрязнениями почвы, решение проблемы отходов и т.п.) является абсолютно необходимым условием улучшения состояния здоровья населения, соответствующие мероприятия должны вписываться в общий контекст повышения качества жизни [1].

Работа мощнейших производственных комплексов, функционирующих на территории Астраханской области, ведущаяся добыча нефти и газа сказываются на экологической ситуации в регионе. Даже несмотря на то, что сейчас введены должности экологов и созданы отделы по экологии, результаты потребительского отношения к природе заметны невооруженным глазом. Экологическое сознание находится на критически низком уровне как у представителей органов власти, администрации особо охраняемых природных территорий, так и у местного населения. Люди, оторванные от крупных городов, зачастую предоставлены сами себе и вынуждены решать каждодневные проблемы в одиночку. Элементарные человеческие потребности получают реализацию за счет извлечения природных ресурсов для собственных нужд (питание, заработок средств). Голодный, во всех отношениях, человек не сможет думать о прекрасном и реализовывать свои лучшие устремления. Необходимо задуматься о рабочих местах для местного населения, предложить альтернативу браконьерству и хищническому изъятию уникальных ресурсов. Одним из таких вариантов может быть устойчивый экологический туризм. Особо охраняемые территории должны нести миссию не только сохранения ресурсов, но и информирования об их уникальности и значимости. Только при постановке и решении определенных задач и путем организации воспитания населения можно побудить общество к конкретным природоохранным действиям [2].

Анализ результатов общественных опросов о причинах ухудшения экологической ситуации в месте проживания показывает, что основной причиной является «не всегда ответственное отношение коренного населения к природным

ресурсам» – 45,1% всех ответов. Следовательно, местное население не склонно снимать с себя ответственность за ухудшение экологической обстановки. Однако следует разбираться в причинах, которые толкают людей на такое поведение, и искать пути выхода из сложившейся ситуации.

Одним из вариантов формирования экоповедения можно назвать развитие сельского туризма, который базируется на принципах экотуризма. В настоящее время привлекательным направлением внутреннего и въездного туризма становится сельский туризм. Часто его называют аграрным или деревенским, что, в принципе, не меняет суть данного вида отдыха. Сельский туризм определяется как путешествия граждан с постоянного места жительства в сельскую местность с организацией размещения в сельских гостевых домах, усадьбах или на фермах, при этом ставятся туристские цели, а также исключается деятельность, связанная с получением дохода в месте временного нахождения. Формирование нового комплексного туристического продукта, который учитывал бы природные, историко-культурные и иные ресурсы сельских местностей региона, ставит своей целью сельский туризм.

Сельский туризм может эффективно развиваться и функционировать в селах и деревнях; малых городах с характерной традиционной архитектурой, бытом, культурой; на сельскохозяйственных фермах; в лесном фонде; природных парках и специфических охраняемых территориях; зонах отдыха и дачных зонах; природных феноменах; монастырях и священных местах; достопримечательностях народной культуры под открытым небом.

В России сельский туризм наибольшее и достойное развитие получил на Алтае, в Краснодарском крае, Карелии и Пермской области, и потенциал России с его безграничными возможностями для развития именно данного вида путешествий еще далеко не исчерпан. Однако существуют и проблемы в отрасли, прежде всего – это отсутствие четкого законодательства, контролирующего деятельность объектов хозяйствования. В современном законе «Об основах туристической деятельности» нет конкретных понятий «агротуризм», «сельский житель» и т.д.

Астрахань может занять достойное место среди регионов, в которых перспективным направлением стал бы сельский туризм. Сельский туризм в Астрахани – довольно молодое, но перспективное направление, что обусловлено уникальной природой, сочетанием различных ландшафтов,

многослойным этническим составом, сочетанием различных хозяйственных укладов, традиционным гостеприимством. Нельзя обойти вниманием и геополитическое положение региона, его природные ресурсы, историческое наследие. Климат, погода, гидрология, а также флора и фауна также играют огромную роль в развитии сельского туризма.

Астраханская область расположена на границе Европы и Азии, железные и автомобильные дороги, воздушный транспорт связывают область с различными пунктами России и странами ближнего и дальнего зарубежья. Река Волга дает выход к пяти морям. Равнинный рельеф, большое количество безоблачных дней создают благоприятные возможности для развития многих видов туризма. После возникновения Российской Федерации как самостоятельного государства Астраханская область получила статус приграничного района, через который осуществляется основной морской выход России в Каспийское море, в Казахстан, государства Средней Азии и Кавказа, Иран.

Высокий уровень безработицы, который характерен не только для Астраханской области, но и для других регионов, можно частично компенсировать развитием сельского туризма. Если сейчас высок уровень риска неконтролируемого изъятия природных ресурсов, то сельский туризм позволяет не только создавать новые рабочие места, но и формировать природо-ориентированное поведение местного населения и гостей региона. Фермерские хозяйства, которые организуются при объектах сельского туризма, могут обеспечивать жильем туристов, а также стать поставщиками продуктов питания. Таким образом, развитие сельского туризма в Астраханской области позволит обеспечить сельских жителей работой и достаточным уровнем дохода, а городских жителей – доступным и качественным отдыхом.

В последние десятилетия часто поднимается вопрос о переходе с агрессивных видов туризма на более лояльные, и сельский туризм может выступать альтернативой охоте и рыбалке, а также задействовать культурно-исторический потенциал Астраханской области в экскурсионно-досуговом обслуживании гостей региона.

Несомненным плюсом сельской местности является удаленность от крупных населенных пунктов, что положительно сказывается на качестве природной среды и экологической обстановке. «Отдых на селе» – новое направление туризма в Астраханской области, однако обращение к таким турам все чаще появляется в книгах заказов

туроператоров Астрахани. Отдельные элементы сельского туризма используют в своей деятельности также туристические базы и загородные туристские комплексы. Они предлагают своим клиентам такие дополнительные услуги, как катание на лошадях, экскурсии на фермы по разведению осетровых пород рыб, кормление домашних животных и птиц. Все это говорит о том, что уже сейчас Астраханская область готова к развитию сельского туризма. Но для решения имеющихся комплексных проблем в данной сфере необходимо выработать качественно новый подход, позволяющий повысить конкурентоспособность сельских территорий, а также удовлетворить быстро растущий спрос на качественные туристские услуги и обязательно обеспечить условия для устойчивого развития туризма на селе.

Сельский туризм существует вкупе с гастрономическим туризмом, который развивается на базе гостевых домов в богатом традициями рыбной кухни крае, здесь предлагают отведать блюда национальных кухонь народов Астраханской области. Благодаря организации этого направления туризма в Астрахани и качественному обслуживанию туристов, Астраханская область может стать популярным агроцентром России, где собраны рецепты и культурные обрядовые традиции народов понизовья. Это будет способствовать привлечению не только большого числа туристов – любителей экологического и поддерживающего здоровье отдыха, но и значительных вкладов в экономику региона.

Большой интерес к данному виду отдыха в последние годы проявляют не только гости из других регионов и стран, но и журналисты ведущих федеральных каналов. Немаловажную роль в этом играет астраханская кухня и брендовые продукты: астраханская рыбацкая уха, астраханский арбуз, помидоры, абрикосы и др.

На данный момент функционируют гостевые дома в селах Икрянинского и Володарского районов Астраханской области. Дома представляют собой строения разного стиля на любой вкус. Каждый из домиков оснащен необходимым оборудованием, баней, комфортабельными комнатами и кухней.

В Астраханской области отдых на селе сейчас в стадии становления, это направление бизнеса может стать основой развития сельских районов. Все больше горожан стремятся активно проводить время на свежем воздухе, питаться экологически чистыми продуктами, общаться с животными и природой.

На территории области уже реализуются программы агротуризма. Например, туристическая



компания «Цезар» в 2015 году приняла первых агротуристов из Японии, они отдыхали в сельском доме в обычной семье в Камызякском районе. Во время путешествия иностранцы не ожидали увидеть такую природу, а также получить такой объем информации. Туристы часами сидели на реке с обычной удочкой, уезжали они в полном восторге от Астрахани и низовий Волги.

Такой же проект реализуется и в Енотаевском районе. Здесь уже несколько лет принимают агротуристов из Финляндии. Как отмечают организаторы, туристы приезжают в деревню, чтобы отдохнуть от агрессивной городской среды: подоить козу, посмотреть на курочек, порыбачить. Жители мегаполисов стремятся в заповедные уголки Астраханской области. Им не нужны ни сра-процедуры, ни пятизвездочные отели.

Перспективными районами для развития агротуризма Астраханской области можно считать Камызякский, Енотаевский, Володаровский, Лиманский, Икрянинский, Ахтубинский районы. Уже сейчас многие туристические базы включаются в развитие сельского туризма, организуя подсобные хозяйства. Однако в большинстве случаев это является дополнительной услугой в программе рыболовно-охотничьего тура.

Таким образом, можно утверждать, что агротуризм способен стать самоорганизующейся системой, которая поможет в решении основных социально-экономических проблем села. В целом, развитый сегмент агротуризма положительно отразится на конкурентоспособности сельских территорий и будет способствовать:

- обеспечению занятости сельского населения (в первую очередь для молодежи);
- повышению уровня доходов сельского населения;
- развитию социальной и инженерной инфраструктуры сельской территории;
- диверсификации сельской экономики;
- возрождению русской деревни;
- развитию рынка сбыта продукции личных подсобных хозяйств;
- остановке миграции сельского населения в города;
- снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду в прибрежных районах путем переключения туристских потоков на сельские районы.

Литература

1. Сосунова И.А. Роль экологических факторов в формировании здоровья // Использование и охрана природных ресурсов в России. – 2014. – № 4 (136). – С. 100–102.

2. Калиева А.Д. Влияние экологической ситуации России на формирование экологического сознания населения региона : автореферат дис. ... на соиск. ст. канд. социол. наук : 22.00.04 / Калиева Анастасия Дмитриевна; [Место защиты: Волгогр. гос. ун-т] – Волгоград, 2010. – 24 с.

The Development of Rural Tourism on the Principles of Eco-Tourism as a Factor of Improvement of Life of the Population of the Region

A.D. Omelchenko, candidate of sociological sciences, associate professor «Ecological tourism» of the Astrakhan state technical university; Astrakhan

e-mail: kalievan@rambler.ru

Summary. Currently one of popular types of rest around the world and in Russia is rural tourism. Astrakhan can take the worthy place not only among Russian regions, but the countries in which it is possible to allocate with the perspective direction rural tourism. Rural tourism in Astrakhan is rather young direction of tourism, but perspective that is caused by the unique nature, a combination of various landscapes, multilayered ethnic structure, a combination of various economic ways, traditional hospitality. High unemployment rate which is characteristic not only of the Astrakhan region, but also of other regions can be compensated by development of rural tourism partially. If now the risk level without control withdrawal of natural resources is high, then rural tourism not only allows to create new jobs, but also to form the nature focused behavior of local population and visitors of guests.

Keywords: ecotourism, rural tourism, Astrakhan oblast, region, quality of life, rural areas, resources, capacity, unemployment, environmental behavior, environmental consciousness.

References:

1. Sosunova I.A. A role of ecological factors in formation of health. *Use and protection of natural resources in Russia*. 2014. No. 4 (136). pp. 100–102.

2. Kalieva A.D. Influence of an ecological situation of Russia on formation of ecological consciousness of the population of the region. *Abstract of a thesis of the candidate of sociological sciences*. 2010. Volgograd, 24 p.

Конструктивные способы обеспечения комфорта и экологической безопасности водителя и пассажиров в условиях высоких температур



Д.Д. Грибанов

*к.т.н., профессор,
действ. член
Академии проблем
качества; Москва*



С.Б. Верещагин

*к.т.н., доцент,
действ. член
Академии проблем
качества; Москва*

*e-mail:
vers33@yandex.ru*

Аннотация. Статья посвящена конструктивным способам обеспечения комфорта водителя и пассажиров в условиях высоких температур. Рассматривается и оценивается эффективность основных способов используемых для защиты кабин и обитаемых отсеков от воздействия солнечной радиации.

Ключевые слова: кабина, температура, остекление, кондиционер, вентиляция, окраска.

К девяностым годам XX века среди специалистов сложилось устойчивое мнение о том, что практически все вопросы создания климатических условий в кабинах, салонах и обитаемых отсеках транспортных средств решены в достаточной степени. Это мнение основывалось на том, что с 40-х годов прошлого века во всем мире на автомобилях стали массово применяться жидкостные отопители, а с 70-х годов – кондиционеры, позволяющие охлаждать воздух в кабинах (салонах), создавая наиболее комфортные температурные условия для водителя и пассажиров.

В настоящее время обычно для охлаждения воздуха внутри кабины (салона) автомобиля используются кондиционеры двух типов: пароконденционные фреоновые и термоэлектрические (ТЭК).

Наибольшее распространение получили пароконденционные кондиционеры, впервые появившиеся на автомобиле в США в 1940 г. Это объясняется тем, что, во-первых, они разрабатывались на основе агрегатов холодильников и с использованием опыта их производства, а во-вторых, эти

устройства показали высокую холодопроизводительность.

Термоэлектрические кондиционеры впервые появились на двадцать лет позже пароконденционных, в 60-х годах прошлого века, и сначала не получили широкого распространения. Они уступали пароконденционным по холодопроизводительности, но превосходили их по компактности и автономности.

Несмотря на определенные преимущества ТЭК, в настоящее время наиболее широкое распространение получили пароконденционные кондиционеры. Использование кондиционеров совсем не означает, что высокие температуры в кабине (салоне) автомобиля окончательно побеждены без каких либо экономических, экологических и медицинских проблем для человека.

Применение фреоновых кондиционеров было чревато выбросами фреона в атмосферу, что отрицательно сказывалось на ее озоновом слое. С 1995 г. продажа и использование хладагентов на основе фреона во всем мире были запрещены, стали использоваться нейтральные к озоновому слою хладагенты R401b, R401c, R406a, R413a и R600a. В современных пароконденционных установках, как правило, используется хладагент R134a. Он относится к классу хладагентов, не оказывает разрушающего действия на озоновый слой атмосферы Земли и не считается токсичным. Однако при попадании воздуха в систему кондиционирования он может образовывать горючие и взрывоопасные смеси. Кроме того, под воздействием пламени и высокой



температуры хладагент R134a может разлагаться с образованием отравляющих и раздражающих соединений, таких как фтороводород. Исходя из этого, следует отметить, что парокомпрессионный кондиционер по-прежнему не может обеспечить полную экологическую безопасность.

В связи с особенностями сложившихся экономических условий следует сказать о финансовых аспектах использования кондиционеров в автомобилях. Даже в относительно холодном климате России стоимость обеспечения холода в кабине (салоне) автомобиля в 5...7 раз дороже создания тепла. Сюда входит как стоимость самой кондиционерной установки, ее ремонта и обслуживания, так и расход топлива, связанный с потерями мощности двигателя, затрачиваемой на вращение компрессора кондиционера. На легковых автомобилях классов В, С в период охлаждения салона после стоянки на жаре с +30...+40 °С до требуемых +18...+20 °С увеличение расхода топлива двигателем может достигать от 6 до 12%.

Кроме того, кондиционеры любого типа в некоторых случаях могут нести опасность для водителя и пассажиров. Людям, находящимся в кабине или салоне, может угрожать биологическая опасность в виде опасного возбудителя легионеллы, обитающей в ячейках испарителей (парокомпрессионные кондиционеры) и охладителей (ТЭК) кондиционеров среди влажной пыли и биологических осадков, разносящихся по обитаемому объему при включении кондиционера. Этот возбудитель способен вызывать бронхо-легочные заболевания и обострения.

Воздействие холодного кондиционированного воздуха температурой +18...+20 °С в сочетании с нагревом прямыми солнечными лучами отдельных участков тела водителя и пассажиров до температуры +60...+62 °С может вызывать локальный перепад температур, воздействующих на людей, от 5 до 40 °С [1]. Проведенные медицинские исследования показывают, что локальный перепад температур, воздействующий на отдельные участки тела человека, более 2...3 °С, способен вызывать простудные заболевания и обострение уже имеющихся хронических заболеваний.

К сожалению, до сих пор уделяется мало внимания цвету краски, в которую окрашиваются наружные поверхности кабин, обитаемых отсеков и салонов автомобилей и специальных машин.

Считается, что желателен для защиты от солнечного тепла окрашивать нагреваемые поверхности крыши и панелей кабин в белый и другие светлые цвета. Законно возникает вопрос – насколько это эффективно? Насколько мы сможем получить понижение температуры, например крыши автомобиля, окрашенной в белый цвет, по срав-

нению с крышей, окрашенной в цвет черный? На 1, 2 или 3 °С? История показывает, что с древних времен в странах с жарким климатом местные жители предпочитали использовать одежду белого и светлого тона. Перешли на одежду светлых тонов и крестоносцы во время крестовых походов, хотя в европейских холодных условиях они использовали одежду разных цветов и оттенков. На территории Палестины, чтобы исключить нагрев кольчуг и лат, а также защититься от палящего солнца, крестоносцы перешли именно на белую одежду, ставшую потом их символом. Значит, эффективность цветового решения одежды была реально ощутима, и эта белая одежда могла понизить температуру под собой не на 1 или 2 °С, а на большую величину. Органами чувств человека разницу температур в один-два градуса нельзя реально ощутить, а термометров в ту эпоху еще не было.

Да, это действительно так. Проведенные исследования показывают, что цвет окраски покрытия значительно влияет на степень нагрева поверхности. При испытаниях оказалось, что в летних условиях разница в температуре нагрева металлической горизонтально расположенной под солнечными лучами панели, окрашенной в белый цвет, почти на 10 °С меньше, чем панели, окрашенной в черный цвет [2]. Крестоносцы и древние жители жарких регионов мира действительно не случайно носили светлые одежды, поскольку именно такую разницу в температуре можно ощутить реально.

70...80% процентов тепловой солнечной энергии проникает в кабины и салоны транспортных средств через остекление. На легковых автомобилях с этим явлением нелегко бороться, так как конструкция корпуса и его обводов подчиняется законам аэродинамики и дизайнерского проекта. Стекла при этом получают большой площади и с неудачными большими наклонами, что способствует проникновению теплового солнечного излучения в салон. В этом случае приходится использовать единственно возможный способ нормализации температуры – установку кондиционера.

Если машина является транспортной, специальной или технологической, можно побороться с солнечной энергией, проникающей в кабину, при помощи изменения ее конфигурации и применения специальных затеняющих устройств (козырьков). Например, хороший результат для защиты от проникновения солнечной радиации через ветровое стекло дает его отрицательный наклон. Подобный способ используется на флоте при проектировании ходовых рубок кораблей, при конструировании транспортных и технологических машин, а также при строительстве некоторых функциональных зданий, например пунктов управления и навигации

Эффективность мероприятий способных понизить температуру в кабине транспортного средства без использования кондиционера

Вид мероприятия	Отрицательный наклон ветрового стекла	Использование солнцезащитных козырьков на боковых и задних окнах	Окраска крыши и наружных панелей кабины в светлый цвет	Принудительная вентиляция кабины
Ожидаемое понижение температуры	10...15 °С	3...10 °С	10 °С	1...3 °С

в аэропортах. Как правило, отклонение стекла составляет 5...6° от вертикали. К сожалению, результаты исследований по определению оптимального угла отклонения стекол для той или иной географической широты расположения эксплуатируемого объекта авторам не известны. Такие исследования еще предстоит провести.

На боковых и задних окнах кабины дает хороший эффект использование козырьков, обеспечивающих угол затенения 5...6° от вертикали. Многократные исследования показали, что хороший эффект по снижению температуры в кабине транспортного средства обеспечивается применением принудительно распределенной вентиляции. Воздушный поток, с одной стороны, осуществляет вынос нагретого воздуха за пределы обитаемого отсека, а с другой стороны, повышается субъективное ощущение температурного комфорта водителем и пассажирами.

Все перечисленные способы помогают понизить температуру в кабине или салоне автомобиля до температуры, близкой к температуре наружного воздуха. Если температура наружного воздуха будет выше предельно переносимой водителем в +27 °С, при необходимости можно использовать кондиционер минимальной мощности локального действия (например ТЭК) мощностью 150...250 Вт, питание которого осуществляется от бортовой электросети машины.

Рассмотренные в данной статье пути поддержания требуемых температурных условий в кабинах, салонах и обитаемых отсеках обеспечивают комфорт и безопасность водителя и пассажиров, а в случае использования кондиционера помогают снизить до минимально необходимой потребляемую им мощность и, соответственно, – расходы на его эксплуатацию.

Литература

1. Грибанов Д.Д., Верещагин С.Б. Воздействие температурных и экологических факторов на водителя. / Качество и жизнь. № 2, 2015. С. 84–87.
2. Верещагин С.Б. Обеспечение климатических условий в кабинах и обитаемых отсеках специальных колесных и гусеничных машин. Монография. – М: МАДИ, 2013. 100 с.

Constructive Ways of Ensuring Comfort and Ecological Safety of the Driver and Passengers in the Conditions of High Temperatures

D.D. Gribanov, candidate of technical sciences, professor, full member of Academy of quality problems; Moscow

S.B. Vereshchagin, candidate of technical sciences, associate professor, full member of Academy of quality problems; Moscow

e-mail: vers33@yandex.ru

Summary. Article is devoted to constructive ways of ensuring comfort of the driver and passengers in the conditions of high temperatures. The efficiency of the main ways of the cabins used for protection and manned compartments from influence of solar radiation is considered and estimated.

Keywords: cabin, temperature, glazing, conditioner, ventilation, coloring.

References:

1. Gribanov D.D., Vereshchagin S.B. Impact of temperature and ecological factors on the driver. *Quality and life*. No. 2. 2015. pp 84–87.
2. Vereshchagin S.B. Providing climatic conditions in cabins and manned compartments of special wheel and tracked vehicles. *Monograph. Moscow Automobile and road Institute (MADI)*. 2013. Moscow, 100 p.



Анализ пожарной опасности объектов социального назначения с использованием в качестве напольных покрытий линолеумов на основе поливинилхлорида

А.Р. Манаева

преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности Сургутского Государственного Университета; ХМАО-Югра, г. Сургут

e-mail: chem88@ya.ru

Аннотация. В статье рассмотрено влияние напольных покрытий на увеличение пожарной нагрузки зданий и сооружений социального назначения. Показано, что горючие напольные покрытия в случае пожара вызывают задымление путей эвакуации, тем самым снижая видимость и вызывая состояние «паники».

Ключевые слова: здания и сооружения, напольные покрытия, эвакуация при пожаре.

Потенциальная пожарная опасность зданий и сооружений определяется количеством и свойствами материалов, находящихся в здании. Согласно статистике, одной из основных причин гибели людей при пожарах является острое отравление газообразными продуктами горения и термического разложения различных строительных материалов, а также предметов внутреннего оснащения помещений. Наибольшую опасность для человека представляют материалы, изготовленные из древесины и полимеров, которые характеризуются достаточно низкой температурой термического разложения (деструкции), что приводит к образованию опасных концентраций токсических веществ за незначительные промежутки времени.

Пожары в зданиях и помещениях часто носят нестационарный характер, в особенности это касается помещений с недостаточной вентиляцией, когда не обеспечивается необходимый приток кислорода [1]. К таким относится большинство помещений, где в качестве напольных покрытий (НП) используется линолеум. Наиболее жесткие требования пожарной безопасности к применению покрытий для пола установлены для путей эвакуации, зальных помещений, местам возможного массового пребывания людей в зданиях повышен-

ной этажности. Анализ материалов напольных покрытий на объектах с массовым пребыванием людей показал, что самыми распространенными и применяемыми являются покрытия пола из полимерных материалов, а именно: линолеум (ПВХ) и ковровые покрытия [2].

Производители во многих случаях изготавливают образцы изделий специально для сертификации, в то время как основная партия материалов, поступающая на российский рынок, не соответствует предъявляемым требованиям. Поэтому при пожаре с участием таких материалов затруднительно установить влияние материалов, используемых в качестве НП, на развитие пожара, интенсивность дымообразования, скорость заполнения помещения дымом и, как следствие, на здоровье людей и их гибель при пожаре. Согласно статистическим данным о пожарах на объектах социальной сферы за 2015 г., в зданиях и помещениях учебно-воспитательного назначения число погибших, по сравнению с 2014 г., увеличилось на 1 человека, а травмированных – на 4-х человек. В зданиях, помещениях здравоохранения и социального обслуживания населения на 17 человек увеличилось число погибших и на 29 человек – число травмированных людей при пожарах, при этом наибольшее увеличение числа жертв наблюдается в лечебных учреждениях со стационаром, где присутствуют группы маломобильных граждан.

При развитии пожара в помещении материалы покрытий полов, находясь в зоне относительно низких температур, воспламеняются и горят в последнюю очередь. Воздействие пожара приводит к их термическому разложению, при котором выделяется большое количество токсичных газообразных веществ и дыма. Около 40% используемых на российском рынке материалов не имеют технических свидетельств и необходимых сертификатов. Для того чтобы уложиться в требования пожарной безопасности, в материалы вводят антипиреновые добавки, очень дорогие и не всегда безвредные для продукции, а также для людей, которые ее производят. Поэтому зачастую они добавляются только в тестируемые образцы для получения российского сертификата

та пожарной безопасности [3]. В условиях высотных зданий, которые все чаще встречаются в городской застройке крупных населенных пунктов, горение указанных материалов с выделением токсичных соединений может быть особо опасным – для людей, для различных видов компьютерного оборудования, информационных ресурсов на бумажных носителях и в электронной форме [4]. Большинство коридоров являются путями эвакуации, а значит, применяемые в них НП также должны отличаться высокими противопожарными свойствами [5]. Знание показателей, характеризующих эту сторону пожарной опасности зданий, позволяет выбирать для практического применения наиболее пожаробезопасные линолеумы, прогнозировать процесс задымления путей эвакуации при развитии пожара.

В соответствии с федеральным законом 123 «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» от 22.07.2008 г., здания и сооружения характеризуются классом конструктивной пожарной опасности, который определяется степенью участия строительных материалов и конструкций в развитии пожара и образовании опасных факторов пожара (ОФП).

В ст. 52 «Способы защиты людей и имущества от воздействия опасных факторов пожара» Федерального закона «Техрегламент о требованиях пожарной безопасности» определены способы защиты людей и имущества от воздействия ОФП или ограничение последствий их воздействия [6]. Здесь речь идет об устройстве эвакуационных путей, удовлетворяющих требованиям безопасной эвакуации людей при пожаре. НП при возникновении пожара оказываются основным источником опасности для людей ввиду того, что усиленное дымообразование ухудшает видимость на пути эвакуации из помещения, это особенно актуально для мест с массовым скоплением людей. В особенности это касается групп маломобильных граждан, которые, находясь на объектах социального назначения (больницы, дома престарелых), не смогут самостоятельно эвакуироваться в случае возникновения возгорания, а также пациентов психбольниц. Например, 5 апреля 2016 г. в 6 ч. 19 мин. в г. Сургуте по адресу Тюменский тракт 27 в КУ ХМАО-Югры «Сургутский клинический противотуберкулезный диспансер» (2-й степени огнестойкости) произошел пожар, поврежден матрац, помещение палаты № 104 закопчено по всей площади. Ликвидация возгорания произведена до прибытия пожарно-спасательных подразделений, но в результате пожара один человек погиб и еще один получил травмы. 12 июня 2016 г. в Нижневартовском районе в г.п.

Новооганск по ул. Техснаб в доме № 103 на медицинском посту, расположенном на первом этаже стационара БУ ХМАО-Югры «Новооганская районная больница» (также 2-й степени огнестойкости), произошел пожар, в результате которого повреждена внутренняя отделка и мебель на общей площади 33 м². Материальный ущерб составил 1 млн 65 тыс. рублей. К счастью, гибель и травмирование людей не зарегистрированы.

Трагическим примером может служить пожар с массовой гибелью людей, случившийся 20.03.2007 г. в доме престарелых в станице Камышеватская Краснодарского края. В результате пожара погибли 62 человека: 61 пенсионер и медсестра, 34 человека были госпитализированы. Всего в здании находилось 97 человек. Большинство погибших отравилось угарным газом.

Анализ пожаров в зданиях различного класса функциональной пожарной опасности показывает, что НП могут представлять значительную часть горючей нагрузки любого рассматриваемого объекта. В одних случаях пожар возникает при непосредственном воздействии источника зажигания на материалы внутренней отделки помещений, в других – горючие материалы, применяемые в качестве напольных покрытий, при возгорании способствуют быстрому распространению пожара по зданию [2]. В табл. 1. приведены примеры крупных пожаров, развитию которых способствовало наличие горючих напольных покрытий.

В России в настоящее время нормативные требования с учетом специфики применения материалов на основе ПВХ для покрытия полов строго регламентированы для общественных зданий и сооружений, в особенности для медицинских и образовательных учреждений, однако эти правила не всегда соблюдаются. Имеются ограниченные результаты исследований, посвященных обеспечению пожарной безопасности объектов социального назначения, в которых в качестве напольных используются материалы на основе ПВХ. Так, на одном из пожаров в жилом доме погибла женщина в квартире, расположенной двумя этажами ниже очага пожара. Причиной смерти стал токсичный дым при горении линолеума на поливинилхлоридном основании. В другом пожаре погибли двое мужчин в квартире двумя этажами выше очага, причиной гибели стал дым от горящего утеплителя на основе полимерного материала. Подобные события происходили в Сургуте, Иркутске.

Анализ пожаров, произошедших в зданиях с применением НП на основе ПВХ, показывает, что пожарная опасность таких объектов об-

**Перечень крупных пожаров,
развитию которых способствовало наличие горючих напольных покрытий [2]**

№ п/п	Наименование объекта	Год	Причина возникновения, распространения пожара и гибели людей	Последствия пожара
1	Отель «Дай-Юн-Как», г. Сеул, Южная Корея	1971	Горючая отделка путей эвакуации	–
2	Гостиница «Россия», г. Москва	1979	Высокая токсичность и дымообразующая способность полимерных материалов отделки путей эвакуации	47 погибших
3	Отель «Хилтон», г. Лас-Вегас, США	1980	Поджог в лифтовом холле 8-го этажа. Наличие легковоспламеняющихся ковров	87 погибших, 350 пострадавших
4	Гостиница «Ленинград», г. Санкт-Петербург	1993	Высокая токсичность продуктов горения и дымообразующая способность полимерных материалов отделки путей эвакуации	22 погибших, в т.ч. 9 пожарных
5	Гостиница «Шахтер», г. Москва	1993	Быстрое распространение пламени по напольным покрытиям (линолеум, ковровые покрытия)	4 погибших
6	Ночной клуб, г. Готенбург, Швеция	1997	Применение линолеума на путях эвакуации и распространение пламени по деревянным перекрытиям	63 погибших

условлена: 1) интенсивной динамикой развития пожара; 2) быстрым наступлением критических значений ОФП для человека, в частности, высокой дымообразующей способностью и токсичностью; 3) созданием условий для самовоспламенения и дальнейшего возгорания.

Прогнозирование времени нарастания ОФП, моделирование поведения материалов и конструкций в условиях пожара проводятся с использованием типовой базы пожарной нагрузки, включающей в себя комплекс показателей пожарной нагрузки. В типовой базе пожарной нагрузки показатели пожарной опасности линолеумов представлены в виде усредненных величин, применение которых при моделировании динамики развития пожара, оценке времени нарастания ОФП, индивидуального пожарного риска не позволяет объективно оценить пожарную опасность зданий и сооружений, а также оценить вклад НП в пожарную нагрузку строительного объекта. Это приводит к тому, что не обеспечивается в должной мере безопасность людей, находящихся в здании. Учитывая, что НП по своей химической природе представляют собой полимерные композиции, в состав которых входят горючие и легковоспламеняющиеся вещества с высокой дымообразующей способностью и токсичностью продуктов горения, можно спрогнозировать их негативное влияние на пожарную опасность объектов социального назначения, снизить реальную угрозу для жизни

и здоровья людей при возникновении пожара [6]. При большом многообразии вариантов НП возникает проблема выбора. В этом случае рекомендуется алгоритм принятия решений, подробно изложенный в [7], где ведущими критериями выбора являются экономическая рентабельность и пожаробезопасность.

Литература

1. Махвиладзе Г.М. и др. Экспериментальное и численное исследование нестационарных явлений при пожарах в помещении / Г.М. Махвиладзе, А.В. Шамшин, С.Е. Якуш, А.П. Зыков // Физика горения и взрыва, 2006, Т. 42, № 6. – С. 112–120.
2. Еремина Т.Ю. и др. Методология оценки характеристик пожарной опасности напольных покрытий в России и странах ЕС / Т.Ю. Еремина, Н.И. Константинова, М.П. Григорьева // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2014, № 5. – С. 33–37.
3. Плотникова Г.В. и др. Оценка пожарной опасности напольных покрытий при производстве пожарно-технической экспертизы / Г.В. Плотникова, А.И. Волкова, В.Ю. Селезнев, А.С. Ковалько // Вестник Восточно-Сибирского института Министерства внутренних дел России. – 2013. № 3 (66) – С. 76–83.
4. Колесников Е.Ю. и др. Основные проблемы методологии анализа риска аварий / Е.Ю. Колесни-

ков, В.В. Анохин, Е.Ф. Маслов // Пожаровзрывобезопасность – 2016, № 2. – С. 5–9.

5. Дмитриев В.В. Напольные покрытия как неотъемлемая часть интерьера медицинских учреждений / В.В. Дмитриев // Поликлиника – 2015, № 4. – С. 18–20.

6. Альмембаев М.М. Пожарная опасность объектов культуры с материалами и конструкциями из древесины и лакокрасочными покрытиями. 05.26.03 – Пожарная и промышленная безопасность. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Миржан Маратович Альмембаев. – Москва, 2015. – 200 с.

7. Манаева А.Р. Программа поддержки принятия решений при выборе пожаробезопасных напольных покрытий для жилых зданий / А.Р. Манаева // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2017614077; заявка № 2017611115; дата постановки 13.02.2017 г.; зарег. в Реестре программ для ЭВМ 6.04.2017 г.

The Analysis of Fire Danger of Social Facilities with Use as Floor Coverings of Linoleum on the Basis of Polyvinyl Chloride

A.R. Manaeva, teacher of department of health and safety of the Surgut State University; Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Surgut

e-mail: chem88@ya.ru

Summary. In article influence of floor coverings on increase in fire loading of buildings and constructions

of social appointment is considered. It is shown that combustible floor coverings in case of fire cause smoke of ways of evacuation, thereby reducing visibility and causing a condition of «panic».

Keywords: buildings and constructions, floor coverings, evacuation at the fire.

References:

1. Makhviladze G.M., Shamshin A.V., Yakush S. E., Zykov A.P. A pilot and numerical study of the non-stationary phenomena at the fires indoors. *Physics of burning and explosion*. 2006. Volume 42. No. 6. pp. 112–120.

2. Eremina T.Yu., Konstantinova N.I., Grigorieva M.P. Methodology of assessment of characteristics of fire danger of floor coverings in Russia and EU countries. *Construction materials, equipment, technologies of the 21st century*. 2014. No. 5. pp. 33–37.

3. Plotnikova G.V., Volkova A.I., Seleznyev V.Yu., Kovalko A.S. Assessment of fire danger of floor coverings by production of fire investigation. *Bulletin of the East Siberian institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation*. 2013. No. 3 (66). pp. 76–83.

4. Kolesnikov E.Yu., Anokhin V.V., Maslov E.F. Main problems of methodology of the analysis of risk of accidents. *Explosion fire safety*. 2016. No. 2. pp. 5–9.

5. Dmitriev V.V. Floor coverings as integral part of an interior of medical institutions. *Policlinic*. 2015. No. 4. pp. 18–20.

6. Almembraev M.M. Fire danger of objects of culture with materials and designs from wood and paint and varnish coverings. Fire and industrial safety. *The thesis for a degree of Candidate of Technical Sciences*. 2015. Moscow 200 p.

7. Manaeva A.R. The program of support of decision-making at the choice of fireproof floor coverings for residential buildings. *Certificate on the state registration of the computer program No. 2017614077; application No. 2017611115; date of statement 2/13/2017; it is registered in the Register of the computer programs 4/6/2017.*

Применение ретгеноструктурного анализа при определении компонентного состава в моделях терморазрушения

А.Р. Манаева

преподаватель кафедры безопасности жизнедеятельности Сургутского Государственного Университета; ХМАО-Югра, г. Сургут

e-mail: chem88@ya.ru

Аннотация. В статье рассмотрено применение рентгеноструктурного анализа для определения компонентного состава напольных покрытий, а также определения степени кристалличности. Определена связь между ды-

мообразующей способностью и составом НП, а также вид дымоподавителей при различном температурном воздействии.

Ключевые слова: здания и сооружения, напольные покрытия, дымообразующая способность.

При развитии пожара в помещении материалы покрытий полов, находясь в зоне относительно низких температур, воспламеняются и горят в последнюю очередь. Воздействие пожара приводит к их термическому разложению, при котором выделяется большое количество токсичных газообразных



веществ и дыма. Напольные покрытия (НП) при возникновении пожара – это основной источник опасности для людей. Учитывая, что НП по своей химической природе представляют собой полимерные композиции, в состав которых входят горючие и легко воспламеняющиеся вещества с высокой дымообразующей способностью и токсичностью продуктов горения, можно спрогнозировать их негативное влияние на пожарную опасность объектов социального назначения, снизить реальную угрозу для жизни и здоровья людей при возникновении пожара [1].

Известно [2], что, подбирая необходимую степень кристаллизации полимера, можно добиться улучшения эксплуатационных характеристик изделия из полимерных материалов, оптимизировать процесс производства. Одним из наиболее современных и эффективных методов определения фазового состава и степени кристалличности является метод рентгеноструктурного анализа (РСА). Главной задачей РСА является изучение строения элементарной кристаллической ячейки: определение симметрии, параметров элементарных ячеек, координат атомов, энергетических параметров атомов, длин связей и углов между атомами [3]. Определение фазового состава основано на том, что каждая фаза имеет определенную кристаллическую структуру с определенными периодами решетки. Дифракционная картина многофазной системы представляет собой наложение дифракционных картин отдельных фаз. При этом интенсивность линий пропорциональна количеству данной фазы в образце. Метод РСА также позволяет определить степень кристалличности, под которой понимают отношение объема кристаллической части полимера к общему объему полимера. Также методом РСА возможно установить атомную структуру вещества. Для этого требуется определить конфигурацию ячейки, группу симметрии и координаты атомов структуры. Определить группу симметрии и координаты базисных атомов можно, вычислив интенсивности дифракции по всем направлениям движения (x, y, z) . Периодичность в конфигурации ячейки позволяет определить электронную плотность через ряд Фурье:

$$\rho(x, y, z) = \frac{1}{V} \sum F_{hkl} \cdot \exp[-2\pi i(hx + ky + lz)], \quad (1)$$

где V – объем элементарной ячейки; F_{hkl} – коэффициенты Фурье, структурные амплитуды.

С помощью уравнения (1) можно собрать значения дифракции по всем направлениям движения в ячейке и получить изображение строения атома.

Рентгеновский луч является плоской монохроматической электромагнитной волной, которая вызывает движение электронов в атомах. Это в свою очередь вызывает образование сферических электромагнитных волн, для которых характерна интерференция. При встрече волны с тем кристаллом, ориентация которого по отношению к падающему излучению удовлетворяет закону Вульфа-Брэгга [4] (уравнение (2)), происходит отражение лучей от каждого направления движения в кристалле.

$$2d \sin \varphi = n\lambda \quad (2)$$

где d – межплоскостное расстояние в кристалле; φ – угол между плоскостями кристалла и падающими и отраженными рентгеновскими лучами; n – порядок дифракционного максимума.

В качестве объектов исследования были использованы образцы НП на основе поливинилхлорида (ПВХ) фирмы «ТАРКЕТТ» («Tango-4», «Moda-602», «Acczent timber»). Стандартные образцы и анализируемые пробы для РСА готовили следующим образом: образцы представляли собой круги диаметром около 25 мм, располагались лицевой стороной к источнику излучения. Время экспозиции 60 с, сила тока 212 мА. РСА проводили с помощью дифрактометра ДРОН-4-07 в $Cu-K\alpha$ ($\lambda = 0,154060$ нм) излучении с графитовым монохроматором на дифрагированном пучке при напряжении 45 кВ и силе тока 40 мА. Съемку дифрактограмм осуществляли с шагом $0,02^\circ$ и временем выдержки 5 секунд для каждого шага. Анализ дифрактограмм выполнялся с использованием программы MAUD (метод Ритвельда). Идентификацию фаз проводили с использованием порошковой базы данных PDF-2. Дифракционную картину получали с помощью рентгеновского дифрактометра с фокусировкой по Бреггу-Брентано (рис. 1).

При съемке на дифрактометре образец закрепляется в центре гониометра – устройства, измеряющего углы поворота образца и счетчика. На образец направляется пучок лучей из источника, находящегося на окружности гониометра. Для из-

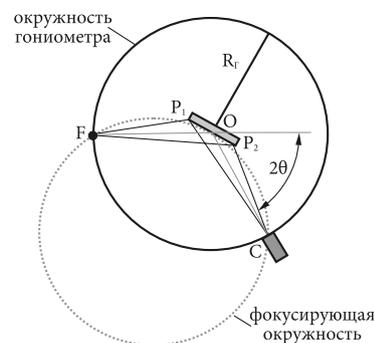


Рис. 1. Ход лучей в дифрактометре с фокусировкой по Бреггу-Брентано
O – образец, F – фокус трубки, C – счетчик

мерения интенсивности дифрагированных лучей используют счетчик. Угол поворота счетчика 2θ измеряется от направления прошедшего пучка. Смещаясь каждый раз на определенный угол $\Delta 2\theta$, счетчик производит в каждой точке дифракционного спектра измерение интенсивности [4]. При повороте счетчика на угол 2θ регистрируется отражение от плоскостей $\{hkl\}_i$, для которых выполняется условие дифракции:

$$2d_{hkl}\sin\theta_1 = n\lambda. \quad (3)$$

Рентгенограмма записывалась в виде зависимости интегральной интенсивности дифракции от угла 2θ . Степень кристалличности полимеров определяли по формуле [3]:

$$\chi_c = \frac{(I - I_a) - K}{(I_c - I_a)_i}, \quad (4)$$

где I – интенсивность рассеяния от исследуемого образца; I_a – интенсивность рассеяния от аморфного эталонного образца; I_c – интенсивность рассеяния от кристаллического эталона; K – константа, которую определяют по наклону кривой зависимости $I - I_a$ от $I_c - I_a$; χ_c – степень кристалличности.

$$\frac{S_{кр.} \cdot 100}{S_{общ.}} = \frac{S_{кр.} \cdot 100}{S_{кр.} + S_{ам}}, \quad (5)$$

где $S_{кр.}$ – площадь кристаллической части; $S_{ам}$ – площадь аморфной части.

Простейший вариант эксперимента в РСА: анализируемый объект помещается в пучок рентгеновских лучей и измеряется интенсивность рассеянного излучения (рис. 2).

У всех видов линолеума состав середины представлял собой аморфно-кристаллическую структуру из поливинилхлорида и наполнителя. У образца «Мода-602» наполнитель на основе карбоната кальция ($CaCO_3$); у образца «Акцент тимбер» наполнитель также на основе карбоната кальция ($CaCO_3$) с небольшими включениями гидроксида алюминия

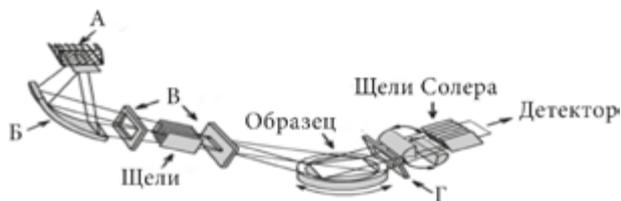


Рис. 2. Оптическая схема порошкового рентгеновского дифрактометра (по Пушаровскому Д.Ю.):

A – рентгеновская трубка; Б – монохроматор; В – ограничивающие щели; Г – приемная щель

$Al(OH)_3$; он входит в состав каолинита. У образца «Танго-4» наполнитель также на основе карбоната кальция ($CaCO_3$). Покрытие у всех исследуемых образцов представляет собой аморфно-кристаллическую структуру, состоящую из ПВХ. Низ у всех изученных образцов представляет собой аморфно-кристаллическую структуру, хотя степень кристалличности больше, чем в середине. Также имеются небольшие включения гиббеита (рис. 3-5).

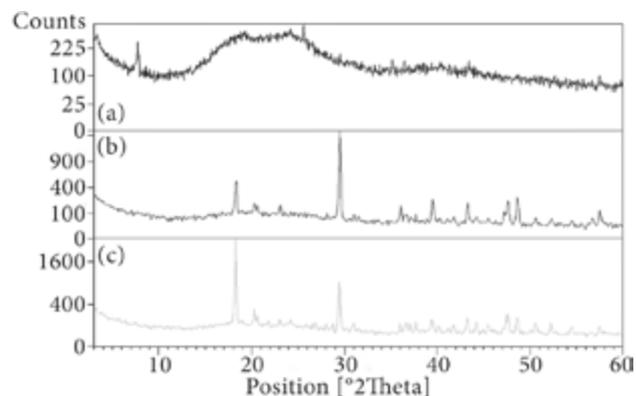


Рис. 3. Дифрактограмма образца «Акцент тимбер» (съемка с трех плоскостей: а – покрытие; б – середина; с – нижняя часть)

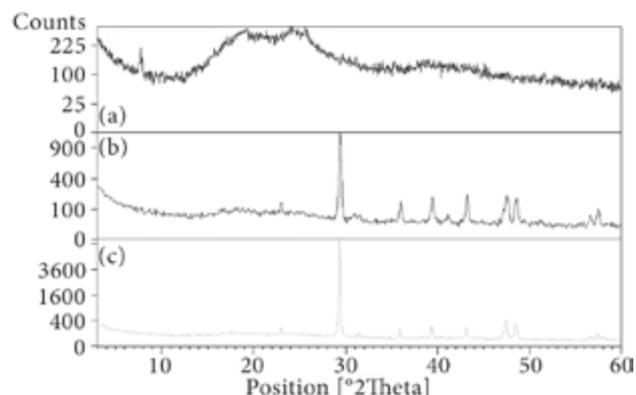


Рис. 4. Дифрактограмма образца «Мода-602» (съемка с трех плоскостей: а – покрытие; б – середина; с – нижняя часть)

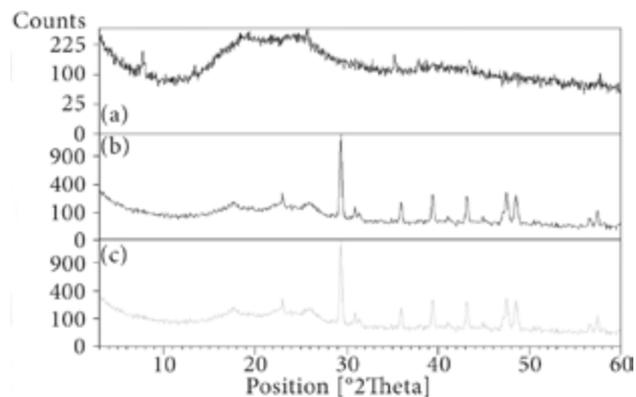


Рис. 5. Дифрактограмма образца «Танго-4» (съемка с трех плоскостей: а – покрытие; б – середина; с – нижняя часть)



По дифрактограмме видно: два аморфных гало и группа кристаллических пиков над ними, которые соответствуют ПВХ, и мелкие пики, которые соответствуют каолину. В образце «Мода-602» большой кристаллический пик на $30,5^\circ$, это, скорее всего, кристаллы кальцита в верхнем слое. Степень кристалличности для образца «Мода-602» равна 14,687%; «Акцента тимбер» – 5,38%; «Танго-4» – 8,701%. Расчеты проводили с использованием программного пакета PDXL (рис. 6).

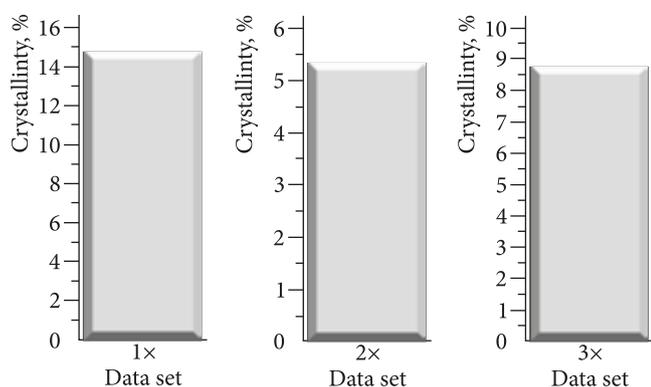


Рис. 6. Пример использования программного пакета PDXL для расчета степени кристалличности образцов (слева образец «Мода-602», в центре – «Акцент тимбер», справа – «Танго-4»)

В работе [5] определялась дымообразующая способность данных марок НП. Определена связь между дымообразующей способностью и составом НП. При температурном воздействии в диапазоне $200...300^\circ\text{C}$ материалы обладают умеренной дымообразующей способностью (Д2). Предположительно это связано с наличием в составе дымоподавителей, определенных методом PCA. Главным образом это соли и оксиды переходных металлов (титана, меди и железа), которые, действуя в конденсированной фазе, вызывают сильный разогрев и почти полное экзотермическое сгорание твердого остатка без дымовыделения. Выявленные в значительных концентрациях соединения молибдена и цинка изменяют механизм деструкции ПВХ, снижая содержание аренов в продуктах пиролиза, которые рассматриваются как предшественники дымообразования, приводя к увеличению коэффициента дымообразования D_m . В составе не выявлено соединений алюминия, магния и сурьмы ($Mg(OH)_2$, $Al(OH)_3$, Sb_2O_3), которые могли бы существенно снизить D_m .

Литература

1. Альмембаев М.М. Пожарная опасность объектов культуры с материалами и конструкциями из древесины и лакокрасочными покрытиями. 05.26.03 - Пожарная и промышленная безопас-

ность. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Миржан Маратович Альмембаев. – Москва, 2015. – 200 с.

2. Тагер А.А. Физикохимия полимеров / А.А. Тагер. Издание 4-е, переработанное и дополненное. – М.: Научный мир, 2007. – 576 с.

3. Хиславский А.Г. Рентгеноспектральные экспрессные методы анализа полимерных материалов / А.Г. Хиславский. – Л., Химия, 1976. – С. 36.

4. Горелик С.С. и др. Рентгенографический и электронно-оптический анализ / С.С. Горелик, Ю.А. Скаков, Л.Н. Расторгуев. – Учеб. пособие для вузов. – 3-е изд. доп. и перераб. – М.: МИСИС, 1994. – 328 с.

5. Исаков Г.Н., Манаева А.Р. Анализ дымообразующей способности напольных покрытий на основе поливинилхлорида в условиях пожара / Г.Н. Исаков, А.Р. Манаева // Известия Самарского научного центра Российской академии наук, Т. 17, № 2, 2015. – С. 43-47.

Application of the X-Ray Diffraction Analysis when Determining Component Structure in Thermo Destruction Models

A.R. Manaeva, teacher of department of health and safety of the Surgut State University; Khanty-Mansi Autonomous Okrug – Yugra, Surgut

e-mail: chem88@ya.ru

Summary. In article application of the X-ray diffraction analysis for determination of component structure of floor coverings (FC) and also definitions of degree of crystalline is considered. Communication between smoke-generating ability and the structure of FC and also a type of smoke suppressors is defined at various temperature influence.

Keywords: buildings and constructions, floor coverings, smoke-generating ability.

References:

1. Almembraev M.M. Fire danger of objects of culture with materials and designs from wood and paint and varnish coverings. Fire and industrial safety. The thesis for a degree of candidate of technical sciences. 2015. Moscow, 200 p.

2. Tager A.A. Physics chemistry of polymers. The edition 4 processed and added. Scientific world. 2007. Moscow, 576 p.

3. Khislavskiy A.G. X-ray spectral express methods of the analysis of polymeric materials. Chemistry. 1976. Leningrad, P. 36.

4. Gorelik S.S., Skakov Yu.A., Rastorguev L.N. X-ray and electron-optical analysis. Manual for higher education institutions. 3rd edition. Moscow Institute of Steel and alloys. 1994. Moscow, 328 p.

5. Isakov G.N., Manaeva A.R. The analysis of smoke-generating ability of floor coverings on the basis of polyvinylchloride in the conditions of the fire. News of the Samara scientific center of the Russian Academy of Sciences. Volume 17. No. 2. 2015. pp. 43-47.

Применение капсульного миниробота в медицине

М.К. Седанкин

к.т.н., научный сотрудник отдела СОиАРИ
РТК, ФГБУ «ГНИИЦ РТ» МО РФ; Москва

e-mail: msedankin@yandex.ru

С.А. Хворостов

генеральный директор НПО «Экомед»; Москва

Н.С. Дмитриева

студентка магистратуры Московского
технологического университета;
Москва

Д.Н. Чупина

студентка бакалавриата Московского
государственного технического университета
имени Н.Э. Баумана (НИУ); Москва

Аннотация. Проведен анализ различных разработок в области медицинского роботостроения. Составлена классификация медицинских робототехнических комплексов на основе среды функционирования. Приведена классификация медицинских интрабиологических мини-роботов в соответствии с массогабаритными характеристиками. Рассмотрено применение в медицине электронного нормализатора, стимулирующего желудочно-кишечный тракт и слизистые оболочки биологических объектов. Проведенные исследования НИИ детской гематологии МЗ РФ прямой и непрямой туморицидной активности мини-робота в культурах клеток показали, что он обладает выраженным противоопухолевым эффектом и может быть эффективным средством, повышающим резистентность организма к опухолям и усиливающим лечебный эффект известных химиотерапевтических препаратов.

Ключевые слова: мини-роботы, электронный нормализатор, медицинская робототехника, туморицидная активность, микро-роботы.

При создании медицинских роботов необходима синергия специалистов не только в робототехнике, мехатронике и радиоэлектронике, но и в других областях знания: теории искусственного интеллекта, программировании, *computer science*, когнитивной психологии, телекоммуникационных и информационных технологиях, биомедицинской технике, инновационном менеджменте и многих других. Современные МРТК – это те-

раностические продукты междисциплинарного взаимодействия. Сегодня крайне актуальным является вопрос использования медицинских минироботов для диагностики и терапии. В ходе работы освещены клинические исследования эффективности применения мини-роботов в терапии опухолей на базе НИИ детской гематологии МЗ РФ. Выполнены исследования прямой и непряой туморицидной активности мини-робота (автономного электростимулятора желудочно-кишечного тракта и слизистых оболочек) в краткосрочных и долгосрочных клеточных культурах. Проведенные исследования показали, что данный мини-робот обладает выраженным противоопухолевым эффектом в культурах клеток. Он достоверно снижает пролиферирующую активность клеток солидной и асцитной опухолей в культуре. Слабое электромагнитное поле, создаваемое мини-роботом, угнетает метаболизм, скорость пролиферации и значительно снижает колониеобразование опухолевых клеток, не влияя при этом на проницаемость клеточных мембран. Мини-робот повышает противоопухолевую активность клеток-фагоцитов (основных клеточных элементов естественного противоопухолевого иммунитета организма), усиливая продукцию ими свободных радикалов кислорода, регистрируемых с помощью люминол-зависимой хемолюминесценции, и увеличивая продукцию клетками фактора некроза опухолей. Опираясь на полученные результаты, можно заключить, что мини-робот может быть эффективным средством, повышающим резистентность организма к опухолям и усиливающим лечебный эффект известных химиотерапевтических препаратов.

Введение

В течение предстоящих 15–20 лет прогнозируется бурное развитие робототехники. Роботизация различных направлений техносферы рассматривается как одно из магистральных направлений развития индустриальных стран. Важное место в подобных исследованиях занимают медицинские роботы, основное назначение которых – повышение эффективности и качества оказания медицинской помощи гражданам в условиях минимизации человеческого фактора. С учетом стремительного развития робототехники в России и мире особую актуальность приобретает создание перспективных медицинских робототехнических комплек-



сов (МРТК) военного назначения, применение которых позволит решить ряд важных стратегических задач:

- повысить уровень безопасности военно-медицинского персонала при оказании помощи и эвакуации раненых, уменьшить количество безвозвратных потерь и снизить риск инвалидизации;
- обеспечить передачу уникальных знаний на расстоянии в условиях телемедицины;
- сократить трудозатраты и риски, связанные с человеческим фактором и медицинской логистикой;
- обеспечить своевременную доставку специальных медицинских грузов;
- обеспечить дистанционный мониторинг функционального состояния организма и переход к превентивной и персонализированной медицине;
- повысить качество медицинской помощи, оказываемой в военных условиях и условиях мирной жизни;
- создать технологии и медицинские изделия двойного назначения.

Учитывая интеграцию различных МРТК в единую систему военной и гражданской робототехники, необходимо рассмотреть общую классификации МРТК. На основе изучения и анализа достижений отечественной и зарубежной медицинской робототехники, передовых технологий производства, результатов выполнения научно-исследовательских работ [1–7], различных информационных источников составлена классификация МРТК. В зависимости от среды функционирования МРТК подразделяются на следующие группы:

- интрабиологические (внутрибиологические) – конструкция робота полностью погружена во внутреннюю среду организма;
- экстрабиологические – конструкция робота частично погружена во внутреннюю среду организма или вовсе не взаимодействует с ней;
 - воздушные;
 - космические;
 - морские (надводные и подводные);
 - разнородные.

Объектом исследования настоящей работы являются медицинские интрабиологические роботы, которые могут быть использованы в мирное время для диагностики и лечения военнослужащих и гражданских лиц, а также непосредственно в полевых медицинских частях в условиях, приближенных к боевым. Помещенные во внутреннюю среду организма и выполняющие там определенные функции, они являются эффективным средством терапии и диагностики,

замещения лекарственных препаратов и много другого. Медицинские мини-роботы в свою очередь подразделяются на несколько классов: минироботы (организменный уровень, размеры 0,3...5 см), микро-роботы (клеточный уровень, размеры не превышают 250 мкм), нано-роботы (молекулярный уровень, размеры ≈ 500 нм). Такая классификация основана на массогабаритных характеристиках. В современной медицине выполнен ряд исследований, которые продемонстрировали высокий тераностический потенциал медицинских мини-роботов. Так, в работе [8] представлены микро-роботы, приведение в действие которых осуществляется посредством магнитно-резонансной томографии. Роботы, с помощью магнитно-резонансной навигации, успешно перемещаются по запрограммированной траектории к нужной точке биологического объекта. В режиме реального времени отслеживается состояние сосудов по магнитно-резонансным изображениям. Такие роботы используются как для обнаружения патологии, например, опухоли, так и для доставки лекарственных препаратов при различных заболеваниях. R.A. Freitas разработал искусственную кровяную клетку, названную впоследствии респироцитом [9]. Респироцит представляет собой сферу диаметром 1 мкм, наполненную сжатым кислородом и диоксидом углерода. При введении в кровеносные сосуды кислород высвобождается под контролем компьютера. Респироцит является гидропневмоаккумулятором, способным нагнетать внутрь себя до 9 миллиардов молекул кислорода и диоксида углерода, что может обеспечить весь организм кислородом с помощью введения в кровоток 5 см³ 50%-раствора респироцитов. В целях упрощения ангиохирургических операций был разработан внутрисосудистый мини-робот [10], способный выполнять операции на крупных артериальных сосудах. Наличие автоматизированной транспортной системы существенно отличает данный робот от большинства эндоваскулярных устройств. Транспортный модуль состоит из двух элементов, расположенных на разных концах робота и обеспечивающих поочередную фиксацию на стенках сосуда, а также сильфона, размещенного посередине между ними.

В работе [11] описаны капсульные роботы, способные менять свою форму, оказывая тем самым минимальное воздействие на организм человека. Внешнее электромагнитное поле контролируется врачом для изменения формы капсулы. После проглатывания пациентом робот движется внутри пищевода за счет естественной перистальтики с сохранением своей начальной цилиндрической

формы. При попадании в желудок он принимает форму сферы, диаметр которой больше просвета 12-типерстной кишки, благодаря чему робот не может пройти на следующий этап пищеварения и остается в желудке для пассивного введения лекарств в организм. Когда препарат истощается, робот восстанавливает обратно свою цилиндрическую форму, после чего попадает в 12-типерстную кишку и выводится из организма. Изменение формы робота происходит следующим образом. В оба конца цилиндрической капсулы встроены два постоянных магнита, поля которых совпадают с направлением внешнего поля. Когда внешнее поле становится больше критической величины, оба магнита стремятся связаться друг с другом, из-за чего капсулы принимают сферическую форму. Аксиально сжатый робот поддерживает свою форму с помощью внутреннего магнитного притяжения. Процесс восстановления цилиндрической формы происходит под влиянием внешнего вращающего магнитного момента. Другой областью применения капсульных роботов является диагностика, в частности – эндоскопия [12]. Система состоит из трех основных компонентов: капсульного эндоскопа, системы управления внешним электромагнитным полем и вращающейся кровати. Желудок пациента заполняется водой, после чего тот глотает капсулу. Пациент находится в положении лежа на кровати, капсула перемещается исключительно по нижней поверхности желудка для заданного положения тела. Перемещение капсулы осуществляется изменением положения кровати, вследствие чего положение тела пациента и его желудка меняются, а вращение – изменением врачом внешнего поля. Для отслеживания положения робота врач наблюдает на экране за изображением с камеры капсулы в режиме реального времени.

Относительно новым направлением зарубежной медицинской робототехники является использование нано-роботов или нано-ботов – роботов размером с молекулу [13–15]. Роботы действуют в организме человека на молекулярном уровне, способны двигаться, считывать и обрабатывать информацию, а также их можно запрограммировать на выполнение определенных задач. Сферы использования таких устройств следующие: ранняя диагностика рака и точная доставка лекарств в раковые клетки, фармакокинетика, мониторинг организма больных диабетом и др. Известны медицинские микроскопические роботы для выявления и лечения рака, разработанные в университете штата Иллинойс, которые могут перемещаться в вязких жидкостях и биологических средах.

К примеру, нано-робот *Cyberplasm* передвигается в организме человека и выявляет различные заболевания на ранней стадии. Другой пример: нано-роботы инженера А. Пуна [16, 17], которые могут перемещаться по кровеносной системе, доставлять лекарства, брать анализы и удалять сгустки крови. Также известен магнитный нано-робот *Spermbot* [18], нано-роботы для замены белков в организме *University of Vienna* и *University of Natural Resources and Life Sciences Vienna*.

Особый интерес представляют капсульные мини-роботы, которые оказывают управляющее воздействие на организм человека и являются терапевтическими устройствами. Они получили название электронных нормализаторов (ЭН), т.к. их воздействие на организм является нормализующим [19–23]. Эти системы могут применяться в военное и в мирное время. При попадании в электропроводящую кислотно-щелочную среду БО срабатывает пусковое устройство капсулы за счет изменения проводимости в электрической цепи ЭН. Начинают вырабатываться электрические сигналы заданной формы в зависимости от имеющейся патологии. На рис. 1 схематически представлена конструкция ЭН. Электроды (2) и (3), изолированные втулкой (4), образуют вместе неразъемный герметичный корпус 1, внутри которого размещен микропроцессор (5). Первый полюс питания (7) соприкасается с контактным элементом (6), а второй прижимается пружиной (8) для надежного контакта. На рис. 2 представлены различные виды ЭН (фото сделано агентством «UPI», США).

ЭН, описанный в [19], имеет ряд особенностей. Равномерное дозированное введение недостающих в организме микроэлементов, нанесенных на поверхность капсулы робота, осуществляется благодаря специальной конструкции электродов-вибраторов. Микропроцессор, формирующий сигналы, обеспечивает защиту электродов от ко-

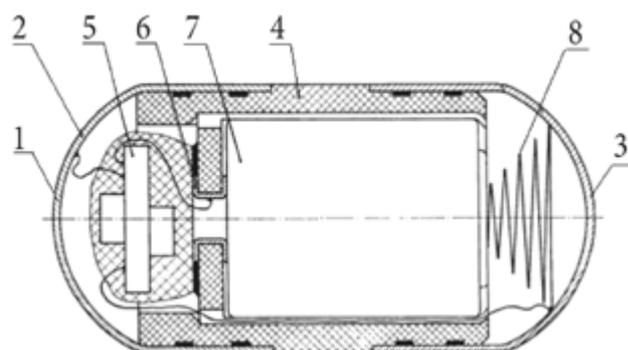


Рис. 1. Конструкция электронного нормализатора [19]



Рис. 2. Различные виды электронных нормализаторов

роткого замыкания и пробоя статическим электричеством. Ресурс работы увеличен до 150 ч за счет уменьшенной в 2...3 раза величины постоянной составляющей тока между электродами, что с учетом герметичности изделия позволяет говорить о его многократном использовании. Данный ЭН корректирует комплексные параметры гомеостаза с эффективным результатом, сохраняющимся полгода при однократном использовании. Корректор липидного и углеводного обмена – ЭН типа 02-*Au* – является более эффективным, чем лучшие лекарственные препараты, такие как «симвастатин» и «ципрофибрат». Так, например, при лечении лекарственными препаратами уровень общего холестерина снижается на 20...22%, в то время как у ЭН этот показатель составляет 52%. Также по истечении 30 дней после приема ЭН у больных сахарным диабетом наблюдалось достоверное снижение гипергликемии и глюкозурии [21–23].

При нарушениях биохимического и микроэлементного состава крови используется ЭН типа 03-*Сu* или 05-*Se*, представляющий собой цилиндрический сфероид с красным – *Сu* (или серым *Se*) и белым – *Fe* колпаками. Мини-робот состоит из двух металлических полукорпусов, являющихся одновременно электродами и вибраторами антенн, внутри которых находятся микропроцессор и блок питания. Процессор контролирует проводимость между полюсами, генерирует токовые режимы и управляет ими, обеспечивает защиту от короткого замыкания, а также формирует ионный поток дефицитных микроэлементов. При клинических испытаниях ЭН типа 04-*Au* наблюдалось 100%-ное снижение гиперреактивности бронхов, в большинстве случаев (75%) достигалась нормализация измененной реактивности воздухопроводящих путей [23]. На базе различных медицинских учреждений проводятся исследования эффек-

тивности применения ЭН в терапии различных заболеваний.

Побудительным мотивом для продвижения исследований в области коррекции метаболизма онкологических клеток явились беспрецедентные позитивные клинические результаты, полученные на больных с нарушениями липидного углеводного обмена, представленные в [20, 21].

Материалы и методы

Исследование лечебного эффекта электронных нормализаторов выполнено в НИИ детской гематологии МЗ РФ, а именно проведены исследования прямой и непрямой туморицидной активности автономного электростимулятора желудочно-кишечного тракта и слизистых оболочек (АЭС ЖКТ и СО) в краткосрочных и долгосрочных клеточных культурах. Объектом исследования служили перитонеальные макрофаги крыс, асцитная лимфома *EL-4* и саркома *MCA/77-23* (клон *H*). Культуры опухолевых клеток были предоставлены Джексоновской лабораторией (США). Опухоли перевивались на 8–10 недельных мышцах линии *C57BL/6J* (*H-2k*). Исследования проводились следующим образом: выделение перитонеальных макрофагов, культивирование опухолевых клеток, определение параметров функционирования и структурной целостности опухолевых клеток. Клетки перитонеального экссудата выделяли по общепринятой методике с незначительными модификациями. Крысам, находящимся под легким эфирным наркозом, вводили внутривенно 5...10 мл подогретого до 37 °С раствора Хенкса, брюшную стенку массировали в течение 3–5 мин и вскрывали ножницами. Содержимое брюшной полости отсасывали пастеровской пипеткой и вносили в центрифужные пробирки. Центрифугировали в течение 10 мин при 150g для осаждения клеточных элементов. Осадок клеток трижды промывали большими объемами холодного раствора Хенкса с 10%-сывороткой теленка, инактивированной нагреванием. Клетки хранили при температуре тающего льда и использовали для исследований в течение 4 ч после процедуры изолирования.

Продукцию свободных радикалов кислорода макрофагами оценивали по интенсивности люминол-зависимой хемилюминесценции (ХЛ) (спонтанной и активированной частицами латекса). При проведении анализа $5 \cdot 10^5$ макрофагов помещали в среду, содержащую раствор Хенкса и 5mM люминола и люцигенина, в специальную полистироловую кювету хемилюминометра ЛКБ мод. 1251. Измерения интенсивности люминол- и люцигенин-зависимой ХЛ проводили в режиме

постоянного перемешивания содержимого измерительной кюветы при постоянной температуре 37 °С. Условия инкубирования, измерения и представления результатов контролировались с помощью встроенного компьютера. Регистрировали интенсивность спонтанного свечения в суспензии макрофагов в течение 3 минут, затем, не нарушая светоизоляции системы, вносили суспензию частиц латекса (0,1%) и измеряли максимальную величину хемилюминесцентного ответа на активатор (данная величина определялась как разница между интенсивностью активированного и спонтанного свечения клеток). Исследуя эффекты АЭС на продукцию кислородных радикалов фагоцитирующими клетками, АЭС помещали в культуру макрофагов и производили отбор клеток для анализа через 30, 60, 120 и 180 мин. В контрольную культуру помещали неработающий АЭС.

Производство фактора некроза опухолей (α -TNF) перитонеальными макрофагами определяли с помощью иммуноферментного метода, используя специальные наборы для специфического выявления микроколичеств α -TNF. АЭС помещали в культуру макрофагов на 1, 2 и 2,5 ч, а продукцию α -TNF измеряли через 24 ч инкубации клеток в стерильных условиях. Клетки EL-4 и MCA/77-23 культивировали в 24-луночных планшетах (Costar) в среде RPMI-1640, содержащей 10%-эмбриональную телячью сыворотку, буфер HERES, L-глутамин, незаменимые аминокислоты, пируват натрия, антибиотики и 2-меркаптоэтанол. В различные сроки после начала культивирования определяли уровень включения 3H-тимидина, для чего клетки переносили в 96-луночные планшеты (NUNC) по 50 тыс. клеток на 1 лунку, добавляли 1,5 mCi 3H-тимидина и культивировали в течение 1 ч. После этого клетки с помощью харвестера переносили на фильтр и определяли уровень радиоактивности с помощью бета-счетчика (Beckman). Первоначально было установлено, что максимальное количество 3H-тимидина включается в клетки лимфомы EL-4 на 2-е сутки после начала культивирования и в клетки саркомы MCA/77-23 – на 4-5-е сутки. Для определения противоопухолевой активности АЭС ЭКТ и СО клетки лимфомы и саркомы культивировали в 6-луночных планшетах в объеме 8 мл культуральной среды с концентрацией клеток, равной $(3,5 \dots 4) \cdot 10^5$ клеток/мл. В опытную лунку помещали исправный АЭС, в контрольную – неработающий АЭС. Через 1, 6 и 24 ч клетки ресуспендировали непосредственно в лунках и забирали часть суспензии для определения параметров их функционирования и структурной

целостности. Оценку жизнеспособности клеток в культуре определяли по окраске витальным красителем трипановым синим, для чего добавляли к культуре 5%-ный раствор красителя и через 5 минут микроскопически определяли количество окрашенных нежизнеспособных клеток. Вычисляли процентное содержание неокрашенных жизнеспособных клеток в культуре.

Интенсивность синтеза ДНК в опухолевых клетках определяли по включению 3H-тимидина, для чего $5 \cdot 10^4$ опухолевых клеток инкубировали в присутствии 1,5 mCi меченого по тритию тимидина в течение 1 ч, переносили клетки на фильтр и определяли уровень радиоактивности на фильтре. Результаты выражали в виде индекса угнетения включения 3H-тимидина I:

$$I = N_1/N_2,$$

где N_1 – количество импульсов в опытной культуре, N_2 – количество импульсов в контрольной культуре.

Каждая точка измерялась в трипликате. Проводили постановку пяти независимых экспериментов. Статистическую обработку результатов проводили методом Стьюдента, приняв 5% в качестве критерия достоверности различий опытных и контрольных результатов. Оценку клоногенной активности опухолевых клеток проводили в боросиликонированных капиллярах. Опухолевые клетки в количестве $5 \cdot 10^5$ клеток/мл в полной среде RPMI 1640 с 10% эмбриональной телячьей сывороткой смешивали с 0,32%-агаром, приготовленным на бидистиллированной воде, и помещали в капилляр. Капилляры инкубировали 14 дней при 37 °С в атмосфере 5% CO₂. За колонию принимали скопление не менее 50 опухолевых клеток. Эффективность колониеобразования К оценивали в процентах:

$$K = (N_{c1}/N_{c2}) \cdot 100\%,$$

где N_{c1} – количество колоний, N_{c2} – количество высеянных клеток.

Для каждой точки заполняли по три капилляра. Статистический анализ проводили по методу Стьюдента.

Результаты

В результате исследований было обнаружено, что АЭС ЖКТ и СО статистически значимо усиливает спонтанную люминол-зависимую ХЛ и угнетает спонтанную люцигенин-зависимую ХЛ (табл. 1). Одновременно наблюдается угнетение активированного частицами латекса люминол- и люцигенин-зависимого свечения. Макси-

Влияние АЭС на интенсивность люминол- и люцигенин-зависимой ХЛ перитонеальных макрофагов

Время инкубации, мин	Интенсивность люминольной ХЛ, (% от контроля)		Интенсивность люцигениновой ХЛ, (% от контроля)	
	спонтанная	активированная	спонтанная	активированная
0	100	100	100	100
30	152	161	н.а.	н.а.
60	280	0	23	75
120	196	0	17	68
180	148	0	н.а.	н.а.

мальное активирующее воздействие АЭС ЖКТ и СО отмечено через 60 минут совместной инкубации (эффект усиления 280%). Усиление люминол-зависимой ХЛ указывает на усиление продукции кислородных радикалов, образующихся в результате разложения пероксида водорода. Как было показано в ряде исследований, именно эти радикалы обладают наибольшей цитотоксичностью по отношению к опухолевым клеткам. Напротив, люцигенин-зависимая ХЛ регистрирует образование важных в физиологическом отношении супероксидных радикалов, которые, однако, практически не влияют на жизнеспособность опухолевых клеток. Примечательно, что через 60 минут инкубации АЭС с суспензией макрофагов наблюдалось максимальное усиление продукции фактора некроза опухолей фагоцитирующими клетками (табл. 2). Пролиферативная активность клеток лимфомы и саркомы значительно снижались под влиянием АЭС ЖКТ и СО через 1 и 6 ч после начала кокультивации.

Так индекс угнетения включения тимидина в ДНК составил 1 ч воздействия АЭС $0,74 \pm 0,06$ для клеток лимфомы и $0,8 \pm 0,05$ для клеток саркомы. Аналогичная величина через 6 ч совместной культивации равнялась $0,5 \pm 0,01$ ($p < 0,05$)

Таблица 2.

Влияние АЭС на продукцию фактора некроза опухолей перитонеальными макрофагами

Время инкубации с АЭС	Концентрация α -TNF, пг/мл
0	173 ± 43
30	151 ± 24
60	237 ± 68
120	164 ± 35
180	102 ± 38

для клеток лимфомы и $0,6 \pm 0,04$ для клеток саркомы. Колониеобразующая способность опухолевых клеток под воздействием АЭС ЖКТ и СО изучена на лимфоме *El-4* в фазе логарифмического роста опухоли при максимальном включении тимидина в нее. Исходно количество колоний, образовавшихся в капиллярах, было равно $20,0 \pm 1,8$; $K_{эф} = 0,04\%$. Через 1 ч количество колоний незначительно снижалось, достигая величины $15,0 \pm 1,6$; $K_{эф} = 0,03\%$. Через 6 ч инкубации количество колоний в опытных капиллярах снижалось до $1 \dots 2$; $K_{эф} = 0,0002\%$. Количество колоний в контрольных капиллярах практически не изменялось в зависимости от времени инкубации и составило соответственно $20,0 \pm 1,7$; $20,0 \pm 1,4$; $19,0 \pm 1,5$; $K_{эф} = 0,04\%$.

Таким образом, наблюдалось достоверное снижение $K_{эф}$ через 6 ч совместной культивации клеток лимфомы с АЭС ($p < 0,05$). Проведенные исследования показали, что АЭС ЖКТ и СО обладает выраженным противоопухолевым эффектом в культурах клеток. Он достоверно снижает пролиферирующую активность клеток солидной и асцитной опухолей в культуре, о чем судили по угнетению включения тимидина в ДНК быстро делящихся опухолевых клеток. Данное угнетение включения предшественников в ДНК не связано, однако, с прямым цитотоксическим действием АЭС ЖКТ и СО, т.к. жизнеспособность опухолевых клеток оставалась практически неизменной.

Обсуждение

Можно предположить, что слабое электромагнитное поле, создаваемое АЭС ЖКТ и СО, угнетает метаболизм и скорость пролиферации опухолевых клеток, не влияя при этом на проницаемость клеточных мембран. АЭС ЖКТ и СО обладает способностью значительно снижать ко-

лониеобразование опухолевых клеток (скорость колониеобразования является показателем, характеризующим скорость метастазирования опухолей и степень их злокачественности). АЭС ЖКТ и СО повышает противоопухолевую активность клеток-фагоцитов (основных клеточных элементов естественного противоопухолевого иммунитета организма), усиливая продукцию ими свободных радикалов кислорода, регистрируемых с помощью люминол-зависимой ХЛ, и увеличивая продукцию клетками фактора некроза опухолей. Однако молекулярно-клеточный механизм подобной активности остается неизученным и требует дополнительных уточнений и дополнительных исследований.

Заключение

Стремительное развитие робототехники в России и мире побуждает исследователей и инженеров к созданию перспективных медицинских робототехнических комплексов, применение которых позволит решить ряд важных стратегических задач, главная из которых – повышение качества и своевременности оказания медицинской помощи и сокращение сроков реабилитации и восстановления после ранения, травмы, заболеваний и др. При создании подобных изделий необходима синергия специалистов различных отраслей знания. Крайне актуален вопрос использования медицинских мини-роботов для диагностики и терапии. Основываясь на полученных в ходе исследований НИИ детской гематологии МЗ РФ результатах, можно предположить, что АЭС ЖКТ и СО может быть эффективным средством, повышающим резистентность организма к опухолям и усиливающим лечебный эффект известных химиотерапевтических препаратов.

Литература

1. Рудианов Н.А., Хрущев В.С. Обоснование облика боевых и обеспечивающих робототехнических комплексов Сухопутных войск // Инженерный журнал: наука и инновации. 2013 № 8. С. 1–8.
2. Мосиенко С.А. Концепция построения наземного робототехнического ударного комплекса / С.А. Мосиенко, В.И. Лохтин. М.: ООО «Самполиграфист». С. 124.
3. Основные направления создания и развития медицинской робототехники в интересах медицинской службы Вооруженных Сил РФ/ Солдатов Е.А. [и др.]// Известия ЮФУ. Технические науки. 2016. № 2. С. 230–240.

4. Наговицын А.И., Севрюков А.Г. Робототехнические комплексы военного назначения, опыт и перспективы их применения в РВИА СВ // Известия ЮФУ. Технические науки. 2016. № 1. С. 197–210.

5. Макаренко С.И. Робототехнические комплексы военного назначения – современное состояние и перспективы развития // Системы управления, связи и безопасности. 2016. № 2. С. 73–132.

6. Gilbert G.R., Beebe M.K. United states department of defense research in robotic unmanned systems for combat casualty care. NATO/RTO.USA. 2010. P. 11.

7. Gilbert G.R., Beebe M.K. Robotics and unmanned systems game changers for combat medical missions. U.S. Army Medical Research and Materiel Command Telemedicine and Advanced Technology Research Center ATTN: TATRC, MCMR-TT, 1054 Patchel Street Fort Detrick, MD 21702-5012.USA. 2010. P. 8.

8. Martel S. Beyond imaging: macro- and micro-scale medical robots actuated by clinical MRI scanners // Science robotics. 2017. V 2. № 2. P. 5–6.

9. Freitas A.R. Exploratory design in medical nanotechnology: a mechanical artificial red cell // Artificial Cells, Blood Substitutes, and Immobil. Biotech. 1998. № 26. P. 411–430.

10. Саврасов Г.В., Башлай А.П. Структура биотехнической системы внутрисосудистого робототехнического комплекса // Медицинская техника. 2014. № 3. С. 27–30.

11. Yim S., Sitti M. Shape-programmable soft capsule robots for semi-implantable drug delivery // IEEE Transactions on robotics. 2012. V. 28. № 5. P. 1198–1202.

12. Yim S., Sitti M. Design and rolling locomotion of a magnetically actuated soft capsule endoscope // IEEE Transactions on robotics. 2012. V. 28. № 1. P. 183–194.

13. Hamdi M., Ferreira A. Guidelines for the design of magnetic nanorobots to cross the blood–brain barrier // IEEE Transactions of robotics. 2014. V. 30. № 1. P. 81–92.

14. Jing Y., Yongliang Y., Seiffert-Sinha K. Multi-layer coated nanorobot end-effector for efficient drug delivery // IEEE International conference on nanotechnology. 2016. № 16. P. 511–5144.

15. Korayem. A.H., Korayem M.H., Taheri M. Robust controlled manipulation of nanoparticles using the AFM nanorobot probe // Arabian journal for science and engineering. 2015. № 9. P. 2685–2699.

16. Zheng Y., Poon A., Carmen C.Y. Wearable Devices and Their Applications in Surgical Robot Control and p-Medicine // 20th IEEE International



Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design. 2016. P. 659–663.

17. Motion compensated controlled for a tendon-sheath-driven flexible endoscopic robot/ Wenjun X.[et al.] // International journal of medical robotics and computer assisted surgery. 2017. V. 13. № 1. P. 98–112.

18. Magdanz V., Medina-Sanchez M., Chen Y. How to improve sperm performance // Advanced functional materials. 2015. № 18. P. 2763–2770.

19. Хворостов С.А. Электронный нормализатор // Патент РФ № 2071368, класс а61N1/375. заявл. 30.01.1996; опубл. 10.01.1997.

20. Креминская В.М., Мкртумян А.М., Бабалобкин М.И. Влияние автономного электростимулятора желудочно-кишечного тракта и слизистых оболочек на состояние углеводного и липидного обмена у больных сахарным диабетом // Сахарный диабет. 1999. № 3. С. 43–45.

21. Хворостов С.А. Влияние автономного микроробота «Электронный нормализатор» на состояние углеводного обмена у больных сахарным диабетом // Нано- и микросистемная техника. 2006. № 12. С. 26–29.

22. Новиков К.Ю. Отчет о клинических испытаниях электронного нормализатора (ЭН-проглатываемого процессора – корректора системы управления организмом) у больных с бронхиальной астмой (БА), проведенных в Респираторно-восстановительном Центре НИИ пульмонологии РФ // Национальный медицинский каталог. 2005. № 2. С. 25–28.

23. Новиков К.Ю. О клинических испытаниях автономного «Электронного нормализатора (ЭН-проглатываемого процессора – корректора системы управления организмом)» у больных бронхиальной астмой (БА) // Национальный медицинский каталог. 2004. № 2. С. 15–17

Application of the Capsular Minirobot in Medicine

M.K. Sedankin, candidate of technical sciences, research associate of department CP&ATR of Federal state budgetary enterprise «Main Research Test Center of Robotics» of the Ministry of Defence of the Russian Federation (FSBE @MRTCR of MD RF); Moscow

e-mail: msedankin@yandex.ru

S.A. Khvorostov, general director of the Scientific and production association «Ecomed»; Moscow

N.S. Dmitrieva, student of a magistracy of Moscow technological university; Moscow

D.N. Chupina, student of a bachelor degree of Bauman Moscow State Technical University (NRU); Moscow

Summary. Rapid development of robotics in Russia and the world induces researchers and engineers to creation of perspective medical robotic complexes (MRC) which use in the military sector will allow to solve a series of important strategic tasks:

- to increase the level of safety of military-medical personnel at assistance and evacuation of wounded, to reduce the number of irrevocable losses and to reduce risk of an invalidism;
- to provide telemedicine use, to reduce the labor costs and risks bound to a human factor and medical logistics;
- to provide remote monitoring of vital functions of an organism and transition to the preventive and personalized medicine;
- to increase quality of the medical care provided in military conditions and conditions of peaceful life;
- to frame technologies and medical products of dual purpose.

During creation of medical robots the synergy of experts not only robotics, mechatronics and radio electronics, but also other areas of knowledge is necessary: theories of artificial intelligence, programming, computer science, cognitive psychology, telecommunication and information technologies,

biomedical engineering, innovative management and many others. Modern MRC are teranostic products of cross-disciplinary interaction. Today the question of use of medical minirobots for diagnostics and therapy is extremely relevant. During work clinical trials of efficiency of use of minirobots in therapy of tumors on the basis of scientific research institute of a children's hematology of Ministry of Health of Russian Federation are lit. Researches of a straight line and indirect tumoritsidny activity of the minirobot (an autonomous electrostimulator of digestive tract and mucosas) in short-term and long-term cellular cultures are executed. The conducted researches showed that this minirobot has the expressed antitumoral effect in the cultures of cells. It authentically reduces proliferating activity of cells of solid and ascites tumors in culture. The weak electromagnetic field framed by the minirobot oppresses a metabolism, rate of a proliferation and to considerably reduce a colony formation of tumor cells, without influencing at the same time permeability of cellular membranes. The minirobot increases antitumoral activity of cells phagocytes (the basic cellular elements of natural antitumoral immunity of an organism), strengthening production them the free radicals of oxygen recorded by means of a luminol-dependent hemoluminescent and enlarging production cells of a factor of a necrosis of tumors. Relying on the received results, it is possible to conclude that the minirobot can be the effective remedy increasing resistance of an organism to tumors and enhancing medical effect of the known chemotherapeutic drugs.

Keywords: minirobots, electronic normalizer, medical robotics, tumoricidal activity, microrobots.

References:

1. Rudianov N.A., Khrushchev V. S. Justification of shape of the fighting and providing robotic complexes of Ground forces. *Engineering magazine: science and innovations*. 2013. No. 8. pp. 1–8.

2. Mosiyenko S.A., Lokhtin V.I. Concept of creation of a land robotic shock complex. *LLC Sampoligrafist*. Moscow, p. 124.
3. Soldatov E.A. The main directions of creation and development of medical robotics for the benefit of health service of the Armed Forces of the Russian Federation. *News of Southern Federal University. Technical science*. 2016. No. 2. pp. 230–240.
4. Nagovitsyn A.I., Sevryukov A.G. Military robotic complexes, experience and the prospects of their application in rocket troops and artillery of ground forces. *News of Southern Federal University. Technical science*. 2016. No. 1. pp. 197–210.
5. Makarenko S.I. Military robotic complexes – the current state and the prospects of development. *Control systems, communications and safety*. 2016. No. 2. pp. 73–132.
6. G.R. Gilbert, M.K. Beebe. United States department of defense research in robotic unmanned systems for combat casualty care. *NATO/RTO.USA*. 2010. P. 11.
7. Gilbert G.R., Beebe M.K. Robotics and unmanned systems game changers for combat medical missions. *U.S. Army Medical Research and Materiel Command Telemedicine and Advanced Technology Research Center ATTN: TATRC, MCMR-TT, 1054 Patchel Street Fort Detrick, MD 21702-5012. USA*. 2010. P. 8.
8. Martel S. Beyond imaging: macro- and microscale medical robots actuated by clinical MRI scanners. *Science robotics*. 2017. V. 2. No. 2. pp. 5–6.
9. Freitas A.R. Exploratory design in medical nanotechnology: a mechanical artificial red cell. *Artificial Cells, Blood Substitutes, and Immobil. Biotech*. 1998. No. 26. pp. 411–430
10. Savrasov G.V., Bashlay A.P. Structure of the biotechnical system of an intra vascular robotic complex. *Medical equipment*. 2014. No. 3. pp. 27–30.
11. Yim S., Sitti M. Shape-programmable soft capsule robots for semi-implantable drug delivery. *IEEE Transactions on robotics*. 2012. V. 28. No. 5. pp. 1198–1202.
12. Yim S., Sitti M. Design and rolling locomotion of a magnetically actuated soft capsule endoscope. *IEEE Transactions on robotics*. 2012. V. 28. No. 1. pp. 183–194.
13. Hamdi M., Ferreira A. Guidelines for the design of magnetic nanorobots to cross the blood-brain barrier. *IEEE Transactions of robotics*. 2014. V. 30. No. 1. pp. 81–92.
14. Jing Y., Yongliang Y., Seiffert-Sinha K. Multi-layer coated nanorobot end-effector for efficient drug delivery. *IEEE International conference on nanotechnology*. 2016. No. 16. pp. 511–5144.
15. Korayem. A.H., Korayem M.H., Taheri M. Robust controlled manipulation of nanoparticles using the AFM nanorobot probe. *Arabian journal for science and engineering*. 2015. No. 9. pp. 2685–2699.
16. Zheng Y., Poon A., Carmen C. Y. Wearable Devices and Their Applications in Surgical Robot Control and p-Medicine . *20th IEEE International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design*. 2016. pp. 659–663.
17. Motion compensated controlled for a tendon-sheath-driven flexible endoscopicrobot/ Wenjun X. [et al.]. *International journal of medical robotics and computer assisted surgery*. 2017. V. 13. No. 1. pp. 98–112.
18. Magdanz V., Medina-Sanchez M., Chen Y. How to improve spermbot performance. *Advanced functional materials*. 1015. No. 18. pp. 2763–2770.
19. Hvorostov S.A. Electronic normalizer. Patent of the Russian Federation No. 2071368, class ab1N1/375. it is stated 1/30/1996; it is published 1/10/1997.
20. Kreminskaya V.M., Mkrtyumyan A.M., Babalobkin M.I. Influence of an autonomous electrostimulator of digestive tract and mucosas on a condition of carbohydrate and lipide metabolism at patients with a diabetes mellitus. *Diabetes mellitus*. 1999. No. 3. pp. 43–45.
21. Hvorostov S.A. Influence of the independent microrobot «Electronic Normalizer» on a condition of carbohydrate metabolism at patients with a diabetes mellitus. *Nano – and the microsystemic equipment*. 2006. No. 12. pp. 26–29.
22. Novikov K.Yu. The report on clinical tests of an electronic normalizer (EN-swallow processor – the proofreader of a control system of an organism) at the patients with the bronchial asthma (BA) who are carried out in the Respiratory and recovery Center of scientific research institute of pulmonology of the Russian Federation. *The national medical catalog*. 2005. No. 2 pp. 25–28.
23. Novikov K.Yu. About clinical tests autonomous «An electronic normalizer (EN-swallow processor – the proofreader of a control system of an organism)» at patients with the bronchial asthma (BA). *National medical catalog*. 2004. No. 2. pp. 15–17.

Московский авиационный институт (НИУ) на авиасалоне МАКС-2017 года



Группы специальностей журнала:

- **Машиностроение
и машиноведение (05.02)**
- **Приборостроение,
метрология
и информационно-
измерительные
приборы и системы (05.11)**
- **Информатика,
вычислительная техника
и управление (05.13)**
- **Транспорт (05.22)**
- **Безопасность
деятельности человека (05.26)**

