



Сборник научных статей
по итогам работы
Международного научного форума

том 1

НАУКА И ИННОВАЦИИ- СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ

Восприятие Александра III разными слоями
населения

Увеличение дальности объектов в многоканальной
импульсной бортовой радиолокационной станции

Оптимизация функционирования линий радиосвязи

О конечном кванте массы, импульсе и энергии
фотона

Москва 2021

Коллектив авторов

*Сборник научных статей
по итогам работы
Международного научного форума*
**НАУКА И ИННОВАЦИИ-
СОВРЕМЕННЫЕ
КОНЦЕПЦИИ**

ТОМ 1

Москва, 2021

УДК 330
ББК 65
С56



Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума НАУКА И ИННОВАЦИИ- СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ (г. Москва, 3 декабря 2021 г.). Том 1/ отв. ред. Д.Р. Хисматуллин. – Москва: Издательство Инфинити, 2021. – 176 с.

У67

ISBN 978-5-905695-78-0

Сборник материалов включает в себя доклады российских и зарубежных участников, предметом обсуждения которых стали научные тенденции развития, новые научные и прикладные решения в различных областях науки.

Предназначено для научных работников, преподавателей, студентов и аспирантов вузов, государственных и муниципальных служащих.

УДК 330
ББК 65

ISBN 978-5-905695-78-0

© Издательство Инфинити, 2021
© Коллектив авторов, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Организационно-технологическая устойчивость промышленного предприятия <i>Яровой Николай Алексеевич</i>	8
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Обоснование применения комплекса средств адаптивной физической культуры для детей старшего дошкольного возраста со спастической формой церебральной патологии <i>Дробышева Светлана Анатольевна, Шуман Ольга Андреевна</i>	14
Условия вхождения выпускника морского вуза в проблемы экологической безопасности производства при обучении в морском вузе <i>Даниленкова Валентина Анатольевна</i>	20

ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

The main problems of “Russian-English dictionary of phraseological euphemisms” compilation <i>Arsentyeva Yulia Svyatoslavovna</i>	25
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

ИСТОРИЧЕСКИЕ НАУКИ

Канцлер Лео фон Каприви и «новый курс» в социальной политике Германии (1890-1894 гг.) <i>Беспалова Людмила Николаевна</i>	30
Восприятие Александра III разными слоями населения <i>Хайруллина Ильнара Зиннуровна</i>	36

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Анализ уровня потребления основных макро- и микронутриентов у пациентов с ожирением, перенесших бариатрическое лечение <i>Чехонина Юлия Геннадьевна, Гаппарова Камилат Минкаилловна</i>	40
Растворимый рецептор интерлейкина-1 как лабораторный маркер воспалительной реакции при синдроме «сухого глаза» <i>Москалец Оксана Владимировна</i>	41

Исследование взаимосвязи сахарного диабета с заболеваниями щитовидной железы

Юсупова Шахноза Кодировна, Фарходова Комила Хотам кизи.....49

Исследование отсроченных реакций сенсорной системы температурно-болевой чувствительности подростков с врожденным сколиозом на коррекцию деформации позвоночника

Ахмедова Мехрибан Ахмедовна, Шурова Елена Николаевна.....57

Значение HLA системы в механизмах невынашивания беременности

Родыгина Софья Михайловна, Цуркан Юлия Андреевна.....65

Социально-гигиеническая характеристика женщин г. Луза, прервавших беременность

Гранкина Анастасия Владимировна, Дубровских Наталья Дмитриевна, Петров Борис Алексеевич.....69

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Антоциановые вытяжки лепестков *lupinus hybridus* L., *trifolium pratense* L., *rosa majalis* herzm.: оптимизация экстракции и спектральный анализ

Логвина Анна Олеговна, Винокурова Стефания Андреевна.....75

ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

О конечном кванте массы, импульсе и энергии фотона

Силкин Евгений Михайлович.....83

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Увеличение дальности объектов в многоканальной импульсной бортовой радиолокационной станции

Якимов Александр Николаевич, Хабаров Павел Анатольевич, Шелест Дмитрий Константинович, Михайлов Александр Николаевич.....105

Экспериментальное исследование пьезоэлектрических датчиков систем управления беспилотных летательных аппаратов

Плотянская Марина Александровна, Федченко Владимир Григорьевич, Наймитенко Николай Владимирович, Саута Олег Иванович.....112

Исследование систем управления беспилотных летательных аппаратов

Осипенко Алексей Алексеевич, Лосев Виктор Константинович, Мичурин Сергей Владимирович, Малышев Алексей Константинович.....120

Оптимизация функционирования линий радиосвязи

Дворников Сергей Викторович, Губарева Елизавета Георгиевна, Бальшиева Ольга Леонидовна, Петров Павел Николаевич.....130

Спектроскопическая система контроля процессов горения газообразного углеводородного топлива <i>Ваганов Михаил Александрович, Лебедев Вячеслав Федорович, Нефедов Вячеслав Григорьевич.....</i>	<i>135</i>
Применение технологий сенсорных сетей и микропроцессоров STM для примера реализации комплекса экологического мониторинга <i>Цурков Сергей Андреевич, Данилова Анастасия Сергеевна, Горелова Наталья Александровна.....</i>	<i>143</i>
Измерение скорости поверхностных акустических волн в пьезоподложке <i>Жежерин Александр Ростиславович, Параскун Артур Сергеевич.....</i>	<i>151</i>
Формирование вектора выхода в системе многоальтернативного автоматического управления на основе оптических дифракционных спектральных приборов <i>Москалец Олег Дмитриевич, Казаков Василий Иванович, Параскун Артур Сергеевич, Сердюк Ксения Владимировна.....</i>	<i>160</i>

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Яровой Николай Алексеевич

соискатель

Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)

г. Ростов-на-Дону, Россия

***Аннотация.** Посредством регулирования цены, выпускаемой продукции, поставлена задача согласованного решения проблем адаптации промышленного предприятия к рынку совершенной конкуренции и обеспечения устойчивости его функционирования. Предложены: математический инструментарий анализа параметров рынка (спроса и предложения) и механизм принятия решения о назначении адекватной цены на выпускаемую продукцию, основанный на требовании равенства спроса и предложения. Приведен иллюстративный пример.*

***Ключевые слова:** промышленные предприятия, рынок совершенной конкуренции, организационно-технологическая устойчивость, спрос и предложение.*

Постановка задачи

Успешность функционирования промышленного предприятия (ПП) в рыночных условиях хозяйствования (в высшей степени неопределенных и зашумленных) оценивается различными показателями:

- финансовая эффективность (характеризуется рентабельностью, доходом, прибылью и другими показателями);
- производственная эффективность (объемы произведенной продукции, оказанных услуг, производительность труда и пр.);
- устойчивость функционирования (невосприимчивость деятельности предприятия к внешним и внутренним возмущениям);
- способность к позитивному развитию (чувствительность к тенденциям изменения рынка).

Два последних свойства ПП в некоторой степени антиподы. Действительно, устойчивая производственная система «сопротивляется» проведению изменений, в том числе, и крайне необходимым. Ее развитие тормозит-

ся и может привести к потере конкурентоспособности предприятия в соответствующем сегменте.

В работе предложен механизм согласования двух выше указанных категорий: устойчивости и способности к развитию в одном частном случае: погружение ПП в рынок совершенной конкуренции и при условии стационарности развития этого рынка.

Устойчивость и развитие предприятия

В исследовании [1] проведен анализ понятия устойчивости ПП и проведено его развитие в двух направлениях. А, именно:

- В рамках теории организационно-технологической надежности (ОТН) [2], не затрагивающей структуру, параметры организации (стиль управления, корпоративную культуру). Объектом исследования в этом случае являются процессы, реализуемые ПП.

- С помощью теории социально-экономических и технико-технологических ценозов [3]. В этом случае оцениваются: устойчивость всей совокупности взаимосвязанных предприятий (ценоза) – как гаранта устойчивости отдельного предприятия, и место данного ПП в исследуемом ценозе. Позиция ПП в ценозе может блокировать или способствовать его развитию.

В настоящее время выделяют четыре основных типа рыночных структур: чистая или совершенная конкуренция, монополистическая конкуренция, олигополия и чистая (абсолютная) монополия [4]. С точки зрения исследования устойчивости и способности развития для нас наибольший интерес представляет первый тип рынка: совершенная конкуренция, который и будет рассматриваться далее. Действительно, в остальных случаях предприятие ресурсы управления своим развитием в большей или меньшей степени «держит в своих руках».

Итак, далее рассматриваем ПП погруженное в некоторую рыночную среду, на спрос и потребление в которой оно не может существенно повлиять. Они развиваются независимо от данного ПП. ПП в этих условиях может управлять только ценой p своей продукции для реализации своих целей [5].

Если цена окажется заниженной, то ПП недополучает прибыль, если завышена, то продукция задерживается на складах, производственный процесс сбивается. В обоих случаях теряются и устойчивость, и способность ПП к развитию.

Инструментарий исследования технологической устойчивости предприятия

Принятые предположения позволяют применить следующую логику исследования:

1. По результатам наблюдения за рынком в некоторый промежуток времени строятся зависимости спроса s и предложения g на рынке. При ограниченном промежутке наблюдения эти показатели рынка можно принять

стационарными и использовать для построения заявленных моделей регрессионные методы [6].

2. Устойчивое и экономически эффективное развитие ПП будет осуществляться при условии:

$$s(.) = g(.). \quad (1)$$

3. Функции $s(.)$ и $g(.)$ определим в зависимости от аргументов p и dp/dt . Рассуждения при этом имеют следующую логику. И спрос и предложение зависят не только от текущей цены p (на заданном промежутке времени), но и от ожиданий изменения этой цены в будущем. А ожидания связаны с тенденцией изменения цены, то есть с ее производной dp/dt . Итак: $s(p, dp/dt)$, $g(p, dp/dt)$. Если, например, в будущем периоде ожидается увеличение цены, то продукция будет сдерживаться и предложение падать. В противном случае, напротив, продукция будет ускоренно «выбрасываться» на рынок. Аналогичные рассуждения можно провести и для спроса на продукцию.

4. На текущем промежутке времени наблюдения и планирования деятельности ПП (например, одна неделя) фиксируются данные поведения рынка, см. таблицу вида 1.

Таблица 1.

Статистика рыночной ситуации

<i>I</i>	1	2	3	4	5	6	7
<i>P</i>							
<i>dp/dt</i>							
<i>S</i>							
<i>g</i>							

Столбцы соответствуют дням недели. В них заносятся соответствующие данные. Строки 2 (цена продукции), 4 (спрос на нее), 5 (предложение продукции) таблицы 1 фиксируются наблюдением, а строка 3 рассчитывается из предположения:

$$dp/dt = p_{i+1} - p_i \quad (2)$$

Действительно, производная некоторой переменной это скорость ее изменения.

5. По данным таблицы 1 строим линейные зависимости:

$$s(p, dp/dt) = ap + bdp/dt + c, \quad (3)$$

$$g(p, dp/dt) = mp + ndp/dt + q. \quad (4)$$

6. Учитывая соотношения (1), (3) и (4) получаем дифференциальное уравнение первого порядка с постоянными коэффициентами, которое легко решается с помощью подстановки $p(t) = u(t)v(t)$. Полученное решение используется для формирования ценовой политики ПП на следующий период времени.

7. Далее описанная процедура итерационно повторяется.

Предположение о линейности соотношений (3) и (4) не является существенным ограничением модели, так как итерации строятся по небольшим промежуткам времени, малому объему выборки, и для планирования важна тенденция изменения цены (рост или падение), что линейные модели хорошо отражают.

Расчетный пример

Пусть в результате статистических расчетов п. 5 получены модели:

$$s(p, dp/dt) = -1,5p - 30dp/dt + 9, \quad (5)$$

$$g(p, dp/dt) = 2p + 40dp/dt - 1. \quad (6)$$

Знаки перед коэффициентами уравнений легко объясняются. Например, в (5): чем выше цена p и скорость роста цены dp/dt , тем меньше спрос. Поэтому соответствующие коэффициенты отрицательны. Для (6): чем выше цена p и скорость роста цены dp/dt , тем меньше спрос. Соответствующие коэффициенты положительны.

Сравнительно высокие значения модулей коэффициентов при dp/dt (соответственно 30 и 40) объясняются тем, что на изменение спроса и предложения влияют самые незначительные колебания цены. Рынок чувствителен к этому показателю.

Реализуя п. 6 алгоритма, получим дифференциальное уравнение вида:

$$dp/dt + 0,05p - 0,143 = 0. \quad (7)$$

Введем функцию $p = uv$, откуда следует:

$$dp/dt = vdu/dt + u dv/dt. \quad (8)$$

Подставим (8) в (7). После не сложных преобразований получим:

$$v(du/dt - 0,05u) + u dv/dt - 0,143 = 0. \quad (9)$$

Полагая $du/dt - 0,05u = 0$, легко получаем:

$$u = e^{0,05t}. \quad (10)$$

Подставляя (10) в (9) имеем:

$$e^{0,05t} dv/dt - 0,143 = 0, \text{ откуда получаем:}$$

$$v = 2,86 e^{-0,05t} + C. \quad (11)$$

Из (10) и (11) следует:

$$p(t) = 2,86 + C e^{0,05t}. \quad (12)$$

Постоянную интегрирования C в (12) можно найти из начальных условий, которые определяются последним столбцом таблицы 1. Пусть из него следует: $p(0) = 2,5$ (то есть, в последний день наблюдения цена продаваемой продукции была равна 2,5 условных единиц). Подставляя в (12) начальные условия, определим неизвестное значение параметра C . В нашем случае получим $C = -0,36$. Искомая зависимость примет вид:

$$p(t) = 2,86 - 0,36 e^{0,05t}. \quad (13)$$

Теперь можно спрогнозировать цены на следующий период (см., таблицу 2).

Таблица 2.

Прогноз цен на следующий период

i	1	2	3	4	5	6	7
$p(i)$	2,482	2,462	2,442	2,420	2,398	2,374	2,349

Выводы и проблемные точки исследования:

1. Сформулирована задача совместного решения проблем устойчивого функционирования промышленного предприятия и его сбалансированного развития на рынке совершенной конкуренции.

2. Предложен итеративный алгоритм регламентирующий задание предприятием цены на выпускаемую продукцию, который учитывает изменение спроса и предложения на рынке.

3. Проблемными точками разработки являются механизмы измерения спроса и предложения на рынке совершенной конкуренции.

Литература

1. Яровой Н. А. Устойчивое развитие производственных систем промышленных предприятий: понятие, инструментарий исследования // Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума НАУКА И ИННОВАЦИИ - СОВРЕМЕННЫЕ КОНЦЕПЦИИ (г. Москва, 4 июня 2021 г.) / отв. ред. Д.Р. Хисматуллин. – Москва: Издательство Инфинити, 2021. – С. 55 – 59.

2. Верескун В.Д. Организационно-технологическая надежность и эффективность функционирования производственных объектов железнодорожного транспорта. – Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2010. – 256 с.

3. Кузьминов А.Н. Методология ценологического анализа социально-экономических систем/Рост. Гос. Ун-т путей сообщения. – Ростов н/Д, 2009. – 257 с.

4. Галютдинов Р.Р. Типы рыночных структур: совершенная конкуренция, монополистическая конкуренция, олигополия и монополия // Сайт преподавателя экономики. [2015]. URL: <http://galyautdinov.ru/post/tiru-rynnochnyx-struktur> (дата обращения: 01.11.2021).

5. Кукленкова А.А. Применение дифференциальных уравнений в моделировании экономических процессов // Научное обозрение. Педагогические науки. – 2019. – № 4-3. – С. 60-63; URL: <https://science-pedagogy.ru/ru/article/view?id=2120> (дата обращения: 03.10.2021).

6. Бусов В.И., Лябах Н.Н., Саткалиева Т.С., Таспенова Г.А. Теория и практика принятия управленческих решений: Учебник и практикум / Москва, 2018.

7. Дюжева, А. В. Дифференциальные уравнения в задачах оптимального управления, вариационного исчисления и экономико-математического моделирования: учеб. пособие / А.В. Дюжева, Ю.О. Яковлева. – Самара: Изд-во Самарского университета, 2017. – 96 с.

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЛЕКСА СРЕДСТВ АДАПТИВНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ДЛЯ ДЕТЕЙ СТАРШЕГО ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА СО СПАСТИЧЕСКОЙ ФОРМОЙ ЦЕРЕБРАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИИ

Дробышева Светлана Анатольевна

кандидат педагогических наук, доцент

Шуман Ольга Андреевна

магистрант

Волгоградская государственная академия физической культуры

Волгоград Россия

Актуальность

По данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) численность детей инвалидов ежегодно увеличивается во всем мире. Данная тенденция прослеживается и в Российской Федерации, за последние 10 лет общее количество детей инвалидов возросло практически в 3,5 раза, а по прогнозам специалистов будет продолжать расти. Статистические данные свидетельствуют о том, что в 2000 годах на 100 детей до 14 лет диагностировался 1 ребенок-инвалид, то в 2018 году таких детей уже приходится на 55, а в 2020 году на 53 здоровых детей – все больше и больше.

В отчете министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации численность детей инвалидов с поражениями ОДА составляет на 2019 год 24,1% от общего числа. Среди основных двигательных нарушений наибольший процент составляют дети с детской церебральной патологией (ДЦП), их количество ежегодно увеличивается от 5 до 9%.

Авторы Л.О. Бадалян, Д.К. Нурмуханбетова и Ж.Е. Фирилева считают, что дети с последствиями детского церебрального паралича имеют множественные двигательные расстройства: нарушение мышечного тонуса, спастичность, ригидность (напряжение тонуса мышц-антагонистов и агонистов), гипотонию мышц конечностей и туловища, ограничение или невозможность произвольных движений (парезы и параличи), гиперкинезы (непроизвольные насильственные движения) синкинезии (непроизвольные содружественные движения, сопровождающиеся выполнением активных произвольных движений), тремор рук и языка, нарушение равновесия и ко-

ординаций движений (атаксия), нарушения мышечно-суставного чувства, чувства позы, положения собственного тела в пространстве.

Основной формой абилитации детей с детской церебральной патологией являются регулярные занятия адаптивной физической культурой, которые включают в себя: лечебную гимнастику, массаж, занятия на тренажерах, кинезитерапию, формирование навыков самообслуживания и т. п.

Цель исследования: разработка и экспериментальное обоснование комплексной коррекционно-развивающей методики для детей старшего дошкольного возраста со спастической формой детской церебральной патологии.

Методы исследования: в качестве основных методов данного исследования были использованы: анализ и обобщение данных научно-методической литературы, анализ данных медицинских карт старших дошкольников, методы оценки физического развития и функционального состояния, методы оценки физической подготовленности, педагогический эксперимент, методы математической статистики.

Методика

С целью коррекции двигательных способностей у детей дошкольного возраста с ДЦП была разработана коррекционно-развивающая методика, направленная на укрепление мышц брюшной стенки и спины, нормализацию тонуса приводящих мышц и внутренних ротаторов бедер, формирование навыков самостоятельной ходьбы, а также способствующая улучшению мелкомоторной координации и дальнейшей социальной адаптации занимающихся.

Исследовательская работа была проведена на базе научно-практического центра «Без Границ» ФГБОУ ВО ВГАФК, осуществляющего коррекционную работу с детьми 5-7 лет страдающих детской церебральной патологией.

Из средств адаптивной физической культуры были выбраны корригирующие гимнастические упражнения в различных исходных положениях, дыхательные упражнения статического и динамического характера, упражнения на фитболах и упражнения с различными предметами. Из методов были отобраны метод рассказа и показа, игровой метод, метод повторного и интервального упражнения и переменный метод.

Форма проведения занятий индивидуально-групповая, количество занимающихся 10 человек, при этом в качестве помощников (волонтеров) выступали родители. Продолжительность занятия 40-45 минут, три раза в неделю.

Разработанная методика реализовывалась в процессе занятий адаптивным физическим воспитанием в два этапа.

Этап разучивания (продолжительность 2 месяца) проводилось обучение родителей выполнению комплексов упражнений по разработанной методике с целью осуществления волонтерской помощи и дальнейшего выполнения предлагаемых упражнений в домашних условиях.

Этап закрепления (продолжительность 5 месяцев) был направлен непосредственно на коррекцию двигательных навыков и повышение уровня физической подготовленности и психофизического состояния.

Результаты проведенного исследования

Для проверки эффективности применения методики коррекционной-развивающей направленности, для старших дошкольников с нарушением двигательных навыков, было проведено исследование оценки показателей двигательных способностей и повторно проведено педагогическое тестирование.

Таблица 1.

Динамика показателей физической подготовленности старших дошкольников со спастической диплегией

Показатели	Группа	Исходные данные	Конечные данные	t	Прирост, %	P
1. Тест «Палочки и коробочки», с	ЭГ	27,5±3,2	23,7±3,2	2,6	13,82	p≤0,05
	КГ	26,5±4,6	25,4±2,1	0,3	4,15	p>0,05
2.Проба Озерецкого «Кулак-ребро-ладонь», б	ЭГ	3,1±0,9	4,3±0,5	4,3	38,71	p≤0,05
	КГ	3,0±1,2	3,9±1,0	1,6	30	p>0,05
3.Удержание туловища, лежа на животе, с	ЭГ	22,4±8,1	26,2±1,8	5	16,96	p≤0,05
	КГ	21,2±4,7	22,3±3,1	0,9	5,19	p>0,05
4.Подъем туловища в положение сидя, кол-во раз	ЭГ	8,7±2,2	10,0±1,2	2,1	14,94	p≤0,05
	КГ	8,9±2,7	9,5±1,2	1,4	6,74	p>0,05
5. Наклон вперед из положения сидя, см	ЭГ	3,3±1,6	4,4±0,7	3	33,33	p≤0,05
	КГ	3,0±1,5	3,5±0,5	1,5	16,67	p>0,05
6.Проба «Ромберга» «Пятка-носок», с	ЭГ	6,3±1,9	7,8±0,9	2,8	23,81	p≤0,05
	КГ	6,2±1,5	6,7±0,9	1,1	8,06	p>0,05
7.Сгибание верхних конечностей в лучезапястном суставе, с	ЭГ	18,6±1,4	14,6±1,7	5,7	21,51	p≤0,05
	КГ	19,5±2,0	17,4±1,3	2,9	10,77	p≤0,05
8.Ходьба по прямой, б	ЭГ	1,9±0,7	2,7±0,5	3	42,11	p≤0,05
	КГ	2,0±0,7	2,4±0,5	1,5	20	p>0,05

После проведенного эксперимента были выявлены улучшения показателей двигательных способностей детей, как в КГ, так и в ЭГ. Время выполнения задания в тесте «Палочки и коробочки» достоверно снизилось на 13,82% в ЭГ и не достоверно в КГ на 4,15%.

Благодаря использованию на занятиях упражнений с различными предметами, динамика показателей манипулятивной деятельности рук у дошкольников значительно возросла. В пробе Озерецкого «Кулак-ребро-ладонь» в ЭГ работа руки достоверно улучшилась на 38,71%, а в КГ не достоверный прирост составил 30%.

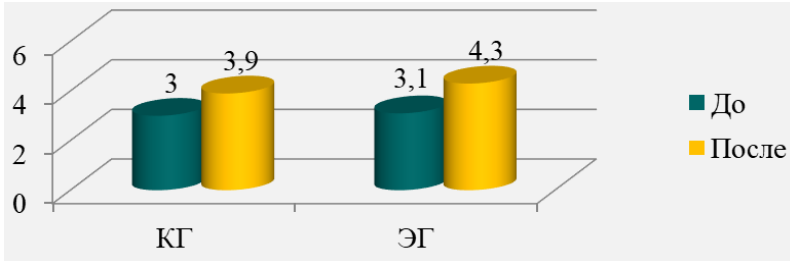


Рисунок 1. Динамика показателей пробы Озерецкого в КГ и ЭГ, б

В тесте «Удержание туловища лежа на животе», оценивающим силовую выносливость мышц спины результаты в ЭГ достоверно улучшились на 16,96%, а в КГ не достоверно улучшились на 5,19%, что значительно меньше, чем в экспериментальной группе. Вследствие использования упражнений силовой направленности, в ЭГ достоверный прирост показателей в тесте «Подъемы туловища в положение сидя» составил 14,94%, в КГ не достоверный прирост составил 6,74%.

Использование в содержании экспериментальной методики средств коррекционно-развивающей гимнастики упражнений, направленных на устранение тугоподвижности и увеличение амплитуды движений отразилось на результатах полученных в тесте «Наклон вперед из положения сидя» в ЭГ, прирост показателя гибкости у детей составил 33,33%, а в КГ прирост значительно меньше (16,67%) (Рис.5).

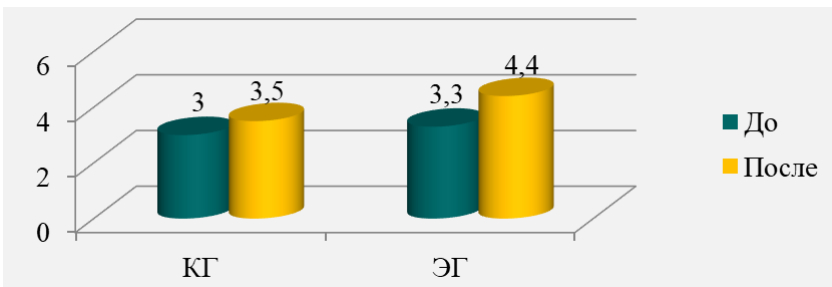


Рисунок 2. Динамика показателей гибкости в КГ и ЭГ, см

В тесте, определяющем уровень развития статического равновесия в пробе «Ромберга» «Пятка-носок» в ЭГ показатели достоверно улучшились на 23,81%. В КГ не достоверный прирост составил 8,06%.

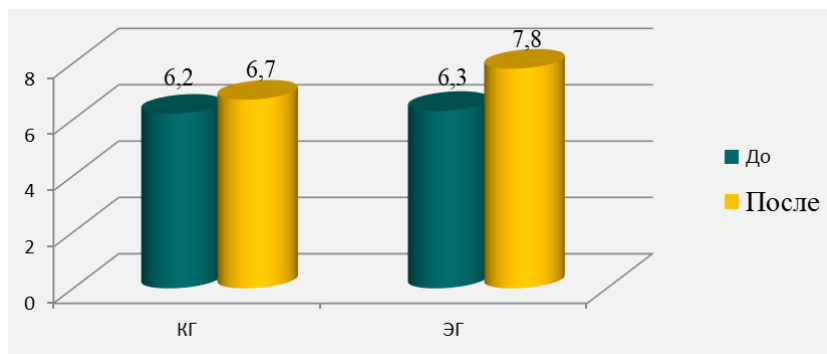


Рисунок 3. Динамика показателей пробы «Ромберга» «Пятка-носок» в КГ и ЭГ, с

Оценивая функции работы кисти в тесте «Сгибание верхних конечностей в лучезапястном суставе» в ЭГ отмечается достоверное улучшение результатов на 21,51%, в КГ прирост показателей составил 10,77%.

После окончания эксперимента повторные исследования ходьбы по прямой выявили улучшение времени преодолеваемой дистанции, время прохождения в ЭГ снизилось на 42,11%, а в КГ на 20% (Рис.7).

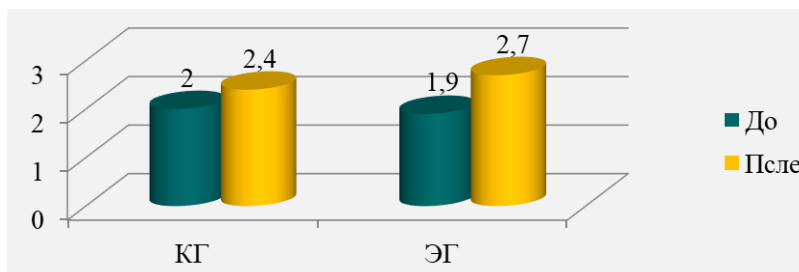


Рисунок 4. Динамика показателей теста «Ходьба по прямой» в КГ и ЭГ, б

Таким образом, проведенные исследования функционального состояния и двигательных способностей дошкольников со спастическими формами детского церебрального паралича, принимающих участие в эксперименте позволили констатировать тот факт, что применение разработанной мето-

дики с использованием средств коррекционно-развивающей гимнастики, а именно гимнастических упражнений, выполняемых с различными предметами, а также на фитболах, способствовали коррекции имеющихся двигательных нарушений, развитию координации, расслаблению спазмированных мышц, улучшению навыков ходьбы, а также функционированию основных систем организма.

УСЛОВИЯ ВХОЖДЕНИЯ ВЫПУСКНИКА МОРСКОГО ВУЗА В ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПРИ ОБУЧЕНИИ В МОРСКОМ ВУЗЕ

Даниленкова Валентина Анатольевна

кандидат педагогических наук, доцент

Калининградский государственный технический университет

г.Калининград, Россия

Сложившаяся система морского инженерного образования считается фундаментальной, системной, мировоззренческой, имеет практическую направленность. Вместе с тем отмечается снижение престижности, качества морского образования. В современных условиях понятие «морской инженер» рассматривается как специалист, владеющий современными информационными технологиями моделирования, проектирования, оснащенный робототехникой с дистанционным управлением, готовый интеллектуально, психологически и практически к решению проблем экологической безопасности. Особое место занимает в подготовке морских специалистов формирование профессиональной компетентности, заключающееся во «владении методами экологического обеспечения производства и инженерной защиты окружающей среды; владение методами творческого подхода к решению профессиональных задач, умение ориентироваться в нестандартных ситуациях, анализировать проблемы и принимать необходимые решения с осознанием ответственности за результаты своей деятельности. [8, с.18]

В этой связи возникла необходимость реформирования содержания инженерного образования, методологии и технологии процесса экологического образования с целью получения студентами качественных, системно-интегрированных экологических знаний, умений, навыков необходимых для производственной деятельности. Экологическое образование состоит из трех аспектов. Экологическое обучение – процесс овладения студентами экологическими знаниями, умениями, навыками, действиями (развитие опыта). Экологическое воспитание включает экологическое обучение, формирует убеждения, интересы, желания, мировоззрение (развитие направленности личности). Развитие жизненного опыта личности – это результат экологического обучения, воспитания, на основании, которого приобретаются новые

личностные качества (развитие психических процессов). Таким образом, экологическое образование – это экологическое развитие жизненного опыта человека, включающее развитие направленности, опыта и психических процессов личности. [10, с.26] Таким образом, цель исследования заключается в подготовке компетентных специалистов, обеспечивающих экологическую безопасность на морском транспорте (снижение аварийности, рисков, угроз безопасности, загрязнения окружающей среды и пр.), то есть владеющих *компетентностью экологической безопасности производства*.

С учетом, особенностей профессиональной деятельности моряков, связанной с обеспечением безопасности в замкнутом пространстве, необходимо рассмотреть вопросы качества экологической подготовки в морском вузе. Под экологической подготовкой нами будет рассматриваться процесс формирования экологической компетентности в образовательной среде вуза, как «результат усвоения систематизированных экологических знаний, умений, навыков, действий, норм поведения» [5] Проблемы профессионального образования морских инженеров изложены в исследованиях Г.А.Бокаревой, Н.Ю. Бугаковой, С.С.Мойсеенко.[1,2,9] Основные положения теории и практики управления качеством профессиональной подготовки морских специалистов разработаны в докторской диссертации В.П.Ефентьева. [6]

Как известно, в соответствии с требованиями Международных конвенций по защите морской среды, по предотвращению загрязнения с судов, по охране человеческой жизни на море, морской специалист должен обладать *высоким уровнем компетентности экологической безопасности на производстве* для предотвращения загрязнения окружающей среды, ущерба здоровью человека, морской флоре и фауне, ресурсам и пр. [7] Таким образом, очевидными становится задача определения условий вхождения выпускника морского вуза в проблемы экологической безопасности производства при обучении в морском вузе.

Стандарт компетенции, определенный Международной Конвенцией-ПДНВ включает формирование у курсантов знаний, умений, навыков, действий *в случаях чрезвычайных ситуаций для сведения к минимуму рисков опасности и угрозы с обучением их на тренажерах, иммитаторах, то есть* быть компетентными в обеспечении безопасной профессионально деятельности. Однако, во ФГОСах морского специалитета предусмотрены формирования универсальных, профессиональных, конвенционных компетенций, и нет экологической компетентности обеспечения безопасности на производстве. [11]

Приведём примеры компетенций, установленные ФГОСами морских специальностей, профессиональными стандартами и стандартом компетентности, определенные Международной конвенцией ПДНВ (табл. 1)

Таблица 1.

Компетенции, установленные нормативными актами

<p>Универсальные компетенции, профессиональные, установленные вузом</p>	<p>Профессиональный стандарт судоводителя – механика, утверждённые 08.09.2015 №612 н</p>	<p>Стандарт компетентности Раздел А-III/1 глава II поправок кодекса.ПДНВ-73/78</p>
<p>УК-1 – системное и критическое мышление- критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода УК-8 – безопасности жизнедеятельности в условиях чрезвычайных ситуаций КК – б управление риском, идентификация опасности, поддержание уровня владения ситуацией, опасные ситуации и сценарии их развития, поддержание уровня владения ситуацией, воспроизводство и управление рисками.</p>	<p>3.2.3. Трудовая функция Организация и обеспечение действий членов экипажа судна при транспортных происшествиях и авариях <i>Необходимые умения</i> Действовать <i>Необходимые знания</i> Готовность к аварийным и нештатным ситуациям</p>	<p><i>Компетентность</i> - действия, принятие мер, контроль - выживание в море в случаях чрезвычайных ситуаций. <i>Знания:</i> виды чрезвычайных ситуаций. <i>Понимание:</i> оценка ситуации. <i>Профессионализм:</i> действия, предпринятые в чрезвычайной ситуации. <i>Результат:</i> готовность к любой чрезвычайной ситуации; выбор времени и последовательность индивидуальных действий; сведение к минимуму опасность и угрозу.</p>

Таким образом, в соответствии с нормативными актами при подготовке морских специалистов, необходимы компетенции в различных областях: экологии среды, экологии человека, экологии производства, то есть насколько выпускник морского вуза будет готов решению проблем защиты морской среды (экологии среды), экологии личной защиты (экологии человека), предотвращения аварий и рисков, связанных с производством(экологии производства). Экология среды имеет ресурсы, которые позволяют удовлетворять потребности ее субъектов в создании условий и возможностей поддержания экологической безопасности производства. В период обучения морской вуз должен создать условия вхождения курсанта в проблемы экологической безопасности производства, которые направлены на реализацию цели обучения: формирования компетентности безопасности производства. Условия вхождения включают разработку образовательных технологий решения возможных рисков ситуаций, направленную на распознавание экологических рисков, идентификацию опасностей, проектирования сценариев

их развития, воспроизводство и управление рисками.

Создание условий для обеспечения транспортной экологической безопасности производства на государственном уровне, нашедшем отражение в нормативных и международных документах обеспечивает вхождение студентов морского вуза в проблемы экологической безопасности производства в образовательной среде вуза. Экологическая безопасность предполагает подготовку морского специалиста, владеющего компетентностями предвидения рисков возникновения чрезвычайных ситуаций, их предупреждения и предвидения для принятия управленческих и технологических решений. Содержание компетентности экологической безопасности требует знания о рисках, умения их распознавать, развивать навыки предвидения, действовать в процессе теоретического и практического обучения, проектировать сценарии их развития, воспроизводить в производственной деятельности и управлять ими. Таким образом, создание условий вхождения выпускника морского вуза в проблемы экологической безопасности производства должно быть обеспечено образовательными технологиями, включающие набор различных рисков экологических решений и ситуаций, которые могут возникнуть на производстве.

Литература

1. Бокарева Г.А. *Философия дидактики: избранное, опыт научной школы*. Калининград: Изд-во «Страж Балтики», 2016. 322 с.
2. Бугакова Н.Ю. *Управление качеством подготовки морских специалистов в условиях перехода на федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС3++)* // VI Международнй Балтийский морской форум [Электронный ресурс]: материалы Международного морского форума. – Т. 6. - Калининград: Изд-во БГАРФ, 2018. – С. 161-166.
3. Даниленкова В.А. *Экология в техническом вузе: учеб. пособие*. Калининград: БГАРФ, 2011.125с.
4. Даниленкова В.А. *Экология образования как основа формирования экологических знаний в техническом вузе* // Известия Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота: психолого-педагогические науки (теория и методика профессионального образования): научный рецензируемый журнал / под ред. д-ра пед. наук, проф. Г. А. Бокаревой. Калининград: Изд-во БГАРФ, 2014. №1 (27). С. 93 – 97
5. Даниленкова В.А. *Технология обучения экологии как основа формирования экологической безопасной образовательной среды* // Инженерное образование: материалы всероссийской научно-практической конференции «Качество инженерного образования». № 15. Томск: ТПУ, 2014. С.191 – 195

6. Ефентьев В.П. Теория и практика управления качеством непрерывной профессиональной подготовки морских специалистов в академическом комплексе: диссертация на соиск. ученой степени доктора педагогических наук: 13.00.08- теория и методика профессионального образования. Калининград, 2005.225 с.

7. Кодекс торгового мореплавания 30.04.1999 № 81-ФЗ [Электронный ресурс] http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22916/ (дата обращения 18.11.2021)

8. Похолков Ю.П. Качество подготовки инженерных кадров глазами академического сообщества //Инженерное образование: материалы всероссийской научно-практической конференции «Качество инженерного образования». № 15. Томск: ТПУ, 2014. С. 18- 21.

9. Мойсенко С.С. Социально-педагогические условия продолженного профессионального образования морских инженеров: диссертация на соиск. ученой степени доктора педагогических наук: 13.00.08- теория и методика профессионального образования. Калининград, 2004.337 с.

10. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек М.: ФАИР-ПРЕСС, 2000. 168с.

11. Федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС) по специальности «Судовождение» высшего образования (ВО), утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 15 марта 2018года № 191 [Электронный ресурс] Режим доступа http://fgosvo.ru/uploadfiles/FGOS%20VO%203++/Spec/260505_C_3_18062021.pdf (дата обращения 29.11.2021)

THE MAIN PROBLEMS OF “RUSSIAN-ENGLISH DICTIONARY OF PHRASEOLOGICAL EUPHEMISMS” COMPILATION

Arsentyeva Yulia Svyatoslavovna

Candidate of Philological Sciences

Kazan Federal University, Kazan, Russia

Phraseography as the science of compiling phraseological dictionaries is the brainchild of the twentieth century. Despite its relative youth, at present, phraseography has scientifically developed principles for making phraseological dictionaries, primarily due to the scientific research of such well-known Russian scientists as S.I. Ozhegov, A.I. Molotkov, V.P. Zhukov, A.I. Fedorov, A.V. Kunin, V.M. Mokienko. By now, phraseological dictionaries of various types have been created, both monolingual, bilingual and multilingual, nowadays there is a mutual enrichment of the theoretical developments of scientists and practical implementation in the form of new dictionaries being created.

The significant difficulties that arise before the compilers of such dictionaries are noted. Thus, in fact, the most famous “English-Russian Phraseological Dictionary” by A.V. Kunin was created over 50 years, as his author writes about in the preface to the fourth edition [Kunin 1984: 5]. The fact that the phraseological dictionary is the least developed of all other types of linguistic dictionaries is pointed out by E.F. Arsenteva, who listed all the problems that arise on the way of creating this type of dictionary [Arsenteva 2006: 96-97]. An even greater difficulty arises in the process of bilingual and multilingual phraseological dictionaries’ compiling, the number of which is quite limited at present. Therefore, the statement of D.A. Zhorzholiani: “bilingual phraseological dictionaries are dictionaries of a special type, in which, along with the general requirements for lexicographic dictionaries, the specificity of the object of phraseology itself – phraseological units – is reflected, without taking into account the nominative nature of which the phraseological dictionary loses all its value [Zhorzholiani 1987 : 51].

We set the task of creating a bilingual dictionary of phraseological euphemisms, the first dictionary of this type. Phraseological euphemisms refer to complex linguistic units that combine the characteristic features of both phraseological and euphemistic units. The characteristic phraseological properties of phraseological euphemisms are as follows: transference of meaning, separability, stability

(lexical and grammatical) with the possibility of contextual transformations, imagery and high significance of connotation in the structure of their phraseological meaning. The attribution of these units to euphemisms is determined by the fact that they are units of indirect nomination, the main purpose of the creation of which is to soften and veil taboo or socially and morally condemned real denotations.

The distinctive features of the phraseological meaning of phraseological euphemisms include: euphemistic, veiled, softening nomination of socially or morally unacceptable, condemned or taboo extra-linguistic, real denotations, characterized by a pronounced pejorative assessment. The main reason for the softening and veiling of the signification-denotational component of the meaning of phraseological euphemisms is the motivating image underlying the phraseological and euphemistic nomination [Arsenteva 2012].

Currently, there are several dictionaries of English euphemisms and only one dictionary of Russian euphemisms: “Kind Words: a Thesaurus of Euphemisms” [Neaman 1990], “A Dictionary of Euphemisms” [Holder 1995], “A Man about a Dog. Euphemisms and Other Examples of Verbal Squeamishness” [Rees 2006], “A Dictionary of Euphemisms. How Not to Say What You Mean” [Holder 2007], “Dictionary of Russian Euphemisms” [Senichkina 2008]. All of these dictionaries are of a general type, most of the euphemistic units recorded in them are lexical units. The corpus of phraseological euphemisms in the dictionaries listed above is incomplete, therefore, taking these dictionaries as a basis, we supplemented the factual material, selecting it from other monolingual, bilingual and one multilingual phraseological dictionary. The main criterion for the selection of factual material was the presence of special labels "euph", "euph." or "euphem." However, due to the fact that not all the compilers of phraseological dictionaries use these labels, and their use is rather scarce, we were guided by the characteristic features of phraseological euphemisms in a number of cases.

The very object of the selection and study of the material presents significant difficulties: phraseological euphemisms are the product of not only phraseological transference of meaning, but also a euphemistic nomination. Moreover, as E.P. Senichkina puts it in the preface of her dictionary: “In Russian studies, the topic of euphemisms was banned for a long time. Euphemisms were considered only in a historical aspect in connection with primitive prohibitions and analyzed mainly on Indo-European, Slavic-Baltic or common Slavic materials. Until now, there is not a single monograph devoted to the problem of euphemisms” [Senichkina 2008: 4].

For the adequate presentation of the left, Russian part of the dictionary, we turned to the dictionary of E.P. Senichkina, and to the fundamental dictionaries of Russian phraseology: “Phraseological Dictionary of the Russian Language” edited by A. I. Molotov [PDRL 1986], “Phraseological Dictionary of the Russian Literary Language of the Late 18th – 20th Centuries” edited by A.I. Fedorov [PDRLL

1995]. Since the main task of any bilingual dictionary is to represent inter-lingual counterparts, the bilingual phraseological dictionaries of S. Lubensky “Russian-English Dictionary of Idioms” [Lubensky1995] was used as the main one as well as “Russian-English Phraseological Dictionary” by E.F. Arsenteva [Arsenteva 1999], “English-Russian Phraseological Dictionary” by A.V. Kunin [Kunin 1984], “Russian-English-German-Turkish-Tatar phraseological dictionary”, created by scientists of Kazan State University [REGTTPD 2008], and dictionaries of euphemisms of English-speaking authors [Holder 1995, 2007; Neaman 1990; Rees 2006] were of great help when searching for phraseological counterparts and ways of translating Russian non-equivalent phraseological euphemisms into English. However, if it was impossible to find such matches in all the dictionaries listed above, we translated a number of Russian phraseological euphemisms into English ourselves, using the definition of the meaning of the euphemistic unit in the form of the Russian definition in the “Dictionary of Russian Euphemisms” by E.P. Senichkina [Senichkina 2008]. The dictionaries of English euphemisms helped us to more clearly define the labels of the territorial belonging of English phraseological euphemisms, their variability (R. Holder's dictionaries), and also to supplement the list of English euphemistic units that were absent in bilingual phraseological dictionaries.

The undoubted advantage of any dictionary is the correct design of the part of the dictionary entry, illustrating the use of linguistic units in speech, and thus serving as an expression of the language-speech dichotomy. For this purpose, we selected examples of the use of Russian phraseological euphemisms in the National Corpus of the Russian Language [NCRL], which were then translated by us into English by taking into account possible ways of translating these units with the help of inter-lingual phraseological equivalents or analogues, or a method of translating non-equivalent units: translation-loans, lexical or descriptive translation.

One of the significant tasks in the process of compiling a phraseological dictionary is to determine the order and place of phraseological units in the dictionary. Currently, there are four options for defining them:

1. In alphabetical order according to the first component (lexeme) of the phraseological unit;
2. The so-called formal method, according to which the place and presentation of phraseological units are selected conditionally. This method was proposed by P. Borkowski when creating the “The Great Russian-English Dictionary of Idioms and Set Expressions” and was designated by him as “a new alphabetical method” [Borkowski 1973];
3. The method developed by A.V. Kunin when creating the “English-Russian Phraseological Dictionary” and referred to as a structural-semantic one. Phraseological units are placed under the constant, i.e. an irreplaceable component of a phraseological unit [Kunin 1984];

4. The method of placing and / or presentation of phraseological units under the so-called key (or pivotal) component. Both semantically and grammatically key component can act as such a component. We find the use of this scientifically grounded method in many phraseological dictionaries compiled in Russia [PDRLL 1967; Gurevich 1988; PDRLL 1995; Arsenteva 1999; RAGTTPD 2008].

Each of the methods used has its own advantages and disadvantages, already noted by our predecessors. In our dictionary, we use the first method of placing and presenting Russian phraseological euphemisms. This choice is due to the following factors: all of the above dictionaries of euphemisms refer precisely to this, the simplest way. In addition, our dictionary is intended not only for scientists and specialists in the field of linguistics, in general, and phraseology, in particular, but also for translators and a wide range of readers who want to make their speech brighter, more imaginative and eloquent.

To sum it up, when compiling the “Russian-English Dictionary of Phraseological Euphemisms”, we had to take into account the peculiarities of the euphemistic nomination, which are not always clear to the native speakers of another language, the complexity of the presentation of the phraseological unit as a specific linguistic unit – the result of the secondary nomination, as well as the need for adequate presentation of inter-lingual phraseological counterparts as one of the basic requirements arising in the process of compiling bilingual dictionaries.

References

1. Arsenteva, E.F. *Frazeologija i frazeografija v sopostavitel'nom aspekte* / E.F. Arsenteva. – Kazan: Kazan. gos. un-t, 2006. – 172 s.
2. Arsenteva, E.F. *Russko-angliiskii frazeologičeskii slovar* / E.F. Arsenteva. – Kazan: Kheter, 1999. – 318 s.
3. Arsenteva, Ju.S. *Frazeologizmy-efemizmy v angliiskom i ruskom iazykakh: dis. ... kand. filol. nauk* / Ju.S. Arsenteva. – Kazan, 2012. – 177 s.
4. Borkowski, P. *The Great Russian-English Dictionary of Idioms and Set Expressions* / P. Borkowski. – London, Borkowski, 1973. – 384 p.
5. *Frazeologičeskii slovar russkogo iazyka* / Pod red. A.I. Molotkova. – M.: Rus. iazyk, 1986. – 543 s.
6. *Frazeologičeskii slovar russkogo literaturnogo iazyka kontca XVIII – XX vv.* / Pod red. A.I. Fedorova. – M.: Topikal, 1995. – 608 s.
7. Gurevich, V.V. *Kratkii russko-angliiskii frazeologičeskii slovar* / V.V. Gurevich, Zh.A. Dozorets. – M.: Rus. iazyk, 1988. – 543 s.
8. Holder, R. W. *A Dictionary of Euphemisms* / R.W. Holder. – New York: Oxford University Press, 1995. – 470 p.
9. Holder, R. W. *A Dictionary of Euphemisms. How Not to Say What You Mean* / R.W. Holder. – New York: Oxford University Press, 2007. – 506 p.

10. Kunin, A.V. *Anglo-russkii frazeologicheskii slovar* / A.V. Kunin. – M.: Rus. iazyk, 1984. – 944 s.
11. Lubensky, S. *Russian-English Dictionary of Idioms* / S.Lubensky. – New York: Random House, 1995. – 1017 p.
12. NCRL – National corpus of the Russian language. [Electronic resource] – Available at: <http://www.ruscorpora.ru> (accessed: 03.09.2021)
13. Neaman, J. S. and Silver, C. G. *Kind Words: a Thesaurus of Euphemisms. Expanded and Revised Edition* / J.S. Neaman and C.G. Silver. – New York: Facts on File, 1990. – 373 p.
14. Rees, N. *A Man about a Dog. Euphemisms and Other Examples of Verbal Squeamishness* / N.A. Rees. – London: Harper Collins Publishers Ltd, 2006. – 418 p.
15. *Russko-anglo-nemetsko-turetsko-tatarskii frazeologicheskii slovar* / Pod red. E.F. Arsentevoi. – Kazan: Izd-vo Kazanskogo gos. un-ta, 2008. – 720 s.
16. Senichkina, E.P. *Slovar evfemizmov russkogo iazyka* / E.P. Senichkina. – M.: Flinta: Nauka, 2008. – 464 s.
17. Zhorzholiani, D.A. *Teoreticheskie osnovy frazeologicheskoi nominatsii i sopostavitelnaia lingvistika* / D.A. Zhorzholiani. – Tbilisi: Ganatleba, 1987. – 191 s.

КАНЦЛЕР ЛЕО ФОН КАПРИВИ И «НОВЫЙ КУРС» В СОЦИАЛЬНОЙ ПОЛИТИКЕ ГЕРМАНИИ (1890-1894 ГГ.)

Беспалова Людмила Николаевна

кандидат исторических наук

Нижневартровский государственный университет

г. Нижневартовск, Россия

Германский канцлер Лео фон Каприви вошел в историю как проводник «нового курса» в политике Германской империи, направленного на создание внутренней единой нации. Характерными чертами этого курса стали надпартийность и отказ от репрессивных методов в отношении тех политических сил, которые его предшественник Отто фон Бисмарк считал врагами империи. Интерес представляет анализ успехов и неудач, с которыми столкнулось правительство Каприви на этом пути.

После отставки первого германского рейхсканцлера Отто фон Бисмарка император Вильгельм II назначил, причем вероятно по инициативе самого Бисмарка, новым канцлером генерала Лео фон Каприви. Каприви был последователем Альбрехта фон Штоша, генерала от инфантерии, занимавшего в 1872—1873 гг. пост государственного министра Пруссии и являвшегося другом Вильгельма II еще до вступления его на престол. Впрочем, назначение Каприви нельзя считать исключительно результатом его связей с высокопоставленными лицами, поскольку он и сам с 1883 по 1888 гг. был статс-секретарем имперского морского ведомства, продемонстрировав на этой должности незаурядный административный талант.

Хотя Бисмарк осуждал склонность Каприви к либерализму, он в то же время видел в этом хладнокровном, рассудительном и при необходимости напористом военном и политическом деятеле наиболее достойного кандидата в министры в период государственных реформ [4, S. 699].

Генерал Каприви действительно был человеком с глубоким сознанием долга, здравомыслящим, прямолинейным и гордым, порой жёстким и упрямым. Его отец был юристом из Австрии, мать происходила из образованного буржуазного класса. Не владея землей, он не был типичным юнкером, как не был, собственно, ни придворным, ни дипломатом, ни ограниченным солдатом. Это отличало его от традиционной прусской аристократии. Программу

его канцлерства разработал и представил в направленном императору письме сам Иоганн Микель, старый вождь национал-либералов, совершивший впоследствии поворот направо, в сторону консерватизма, но очень чуткий к проблемам времени и обладавший оригинальным мышлением. Эта программа отвечала политическим чаяниям большей части германского общества после отставки Бисмарка – стремлению к примирению разных политических и общественных сил и созданию единого и сильного национального государства. Этого можно было достичь только путем реформ и в первую очередь в социальной политике [3, S. 115].

Таким образом, с приходом к власти Каприви начался новый курс во внутренней политике, направленный на «примирение классов» и кооперацию со всеми «невраждебными государству» партиями и политическими силами. Установка Каприви радикально отличалась от позиции Бисмарка, опиравшегося на три «картельные» партии. Их позиции были сходны лишь в стремлении освободить рабочий класс от влияния социал-демократии. Но и в достижении этой задачи их пути разнились, так как одним из первых шагов Каприви в этом направлении стала отмена 30 сентября 1890 г. исключительного закона против социалистов, введенного по инициативе Бисмарка.

При проведении реформ Каприви не хотел опираться исключительно на консерваторов и национал-либералов, но, как он сам высказался 15 апреля 1890 г. в прусской палате депутатов, готов был «брать лучшие идеи, совместимые с общим благосостоянием, не зависимо от того, кто и откуда их предлагает». Это временно укрепило поддержку политики его правительства со стороны Центра, левых либералов и польского национального меньшинства. Эту поддержку усиливало и опасение возвращения Бисмарка в том случае, если Каприви потерпит поражение.

Наибольшее значение для преемника Бисмарка имела социальная реформа. Выступая в прусской палате депутатов с проектом закона о подоходном налоге и налоге на наследство 13 ноября 1890 г., она заявил: «Я считаю, что в то время, когда социальный вопрос стоит во главе угла, когда мы должны решать сложнейшие задачи социальной направленности, все шаги правительства и законодательных органов так же должны быть опробованы именно в этом направлении: мы должны действовать с направленностью на социальные реформы». Наряду с Каприви новый курс в социальной политике представляли такие авторитетные политики как статс-секретарь имперского министерства внутренних дел и вице-президент прусского министерства Карл фон Беттихер и министр торговли Ганс фон Берлепш, министр внутренних дел Эрнст Герфурт и назначенный 24 июня 1890 г. министром финансов Иоганн Микель. Император Вильгельм II содействовал новому курсу лишь тем, что отправил в отставку Бисмарка, препятствовавшего реализации задуманных реформ. И хотя внутренне Вильгельм II, по крайней мере в первые годы,

мирился с новым курсом, но напрямую его не поддерживал. Гораздо больше императора привлекали директор фабрики Круппа Ганс Енке и крупный промышленник и политик из Саара Карл фон Штумм-Гальберг, ставшие вскоре решительными противниками социальной политики министра торговли Берлепша [3, S. 116].

Как и планировалось, новый курс проявился в первую очередь в социальной политике. В мае 1890 г. рейхстагу были представлены разработанные в прусском министерстве торговли проекты поправок к промышленному уставу и к закону о промышленном суде. Благодаря закону о промышленном суде, который был принят еще в 1890 г., города с более чем двадцатитысячным населением получили право создавать на паритетных началах промышленные суды, предшественников более поздних судов по трудовым спорам, для улаживания трудовых конфликтов между работниками и работодателями. Поправки к промышленному уставу, которые были утверждены летом 1891 г., стали основополагающими для охраны труда: они запрещали воскресную работу - за исключением торгового промысла, фабричный труд детей младше 13 лет и ночную работу женщин и молодежи младше 16 лет. Кроме того, они ограничили дневное рабочее время для женщин и молодежи и наделили Бундесрат правом, установить в соответствии с санитарными нормами максимальный рабочий день для взрослых работников мужского пола на производствах с особо вредными для здоровья условиями труда. Бундесрат воспользовался своими полномочиями впервые 4 марта 1896 г., когда по предложению Пруссии и вопреки голосам Баварии и Вюртемберга установил для помощников пекарей максимальный рабочий день в 12 часов [3, S. 117].

1890 год был годом социально-политического подъема, и не только из-за социальных законов. В этом году возникли организации церковных социал-реформаторов: евангелическо-социальный конгресс (28 апреля) и Народный союз католической Германии (22 ноября). После того, как Закон против социалистов 1 октября 1890 г. потерял силу, социалистические профсоюзы 17 ноября 1890 г. учредили свою головную организацию - «Генеральную комиссию профсоюзов Германии». С этого времени, по крайней мере в отдельных областях, началось реальное взаимодействие между органами власти и представителями рабочих.

Всеобъемлющей и наиболее эффективной реформой нового курса была прусская налоговая реформа 1891-1895 гг., проведенная министром финансов Пруссии Й. Микелем. Как отметил Каприви по этому поводу в палате депутатов, особое внимание уделялось социально-политическим аспектам. Основой налоговой реформы стал закон о едином подоходном налоге от 24 июня 1891 г., который пришел на смену прежнему подоходному налогу по классам. Предыдущий закон делил налогоплательщиков в зависимости от размера их доходов на налоговые классы, члены каждого из которых долж-

ны были уплачивать равную сумму налога, размер которого определяли специальные оценочные комиссии по формальным признакам. Законом о подоходном налоге 1891 г. были введены обязанность налогоплательщика самостоятельно подавать декларацию и прогрессивная шкала налоговых тарифов. Своей реформой Микель ввел в Германской империи принцип налогообложения в соответствии с экономической эффективностью (*Leistungsfähigkeit*), который лежит в основе подоходного налогообложения и в современной Германии. 14 июля 1893 г. был принят еще один налоговый закон, разработанный Й. Микелем - Закон о коммунальных налогах (*Kommunalabgabegesetz*). Последний был направлен на решение проблемы недофинансирования коммунального хозяйства при чрезмерной налоговой нагрузке жителей. Данный закон повысил налоги на землю, строения, промысел и перевёл их напрямую в бюджет общин [1, С. 24]. Об этом говорит первый параграф Закона о коммунальных налогах: «общинам предоставляется право для покрытия расходов и удовлетворения местных потребностей взимать, согласно с постановлениями сего закона, пошлины (*Gebühren*) и специальные сборы (*Beiträge*), косвенные и прямые налоги, а также требовать отправления натуральных повинностей» [2, S. 6–7]. Таким образом, вышеперечисленные виды налогов «перестали взиматься в пользу государства».

Очагом кризиса для правительства Каприви стала школьная политика. Свою роль здесь сыграла традиционная политическая конфронтация консервативных и либеральных сил. Консервативно-клерикальные и либеральные тенденции препятствовали друг другу, и последствия культуркампа, безусловно, давали о себе знать. В ноябре 1890 г. прусский министр по делам религиозных культов Густав фон Госслер представил проект закона о школе, который был отклонен всеми фракциями палаты депутатов, но по разным причинам. Для консерваторов и центристов камнем преткновения стало предложение о повсеместном открытии народных школ совместного обучения для детей различных вероисповеданий (*Simultanschule*). Партии свободных консерваторов, национал-либералов и свободомыслящих возмутило полученное министром Госслером право учреждать для религиозных меньшинств новые конфессиональные школы. Сложившаяся ситуация заставила Госслера отступить. Его преемник Граф Роберт фон Цедлиц-Трютцшлер отозвал проект Госслера и предложил в октябре 1891 г. новый законопроект о школе, который был полной противоположностью предыдущего. Впредь новые народные школы должны были учреждаться лишь как конфессиональные, и поскольку в период культуркампа возникли школы совместного обучения, они должны были быть распущены, так как это приводит к «распряму». Этот проект был одобрен Центром и почти всеми консерваторами, и мог быть принят, поскольку эти две фракции вместе составляли

большинство с 35 мандатами [3, S. 119].

Каприви также поддержал проект Цедлиц-Трютцшлера, поскольку его одобрил Центр, а сам Каприви нуждался в поддержке Центра в рейхстаге. Но этот проект вызвал категорический протест национал-либералов, свободомыслящих, прессы и университетов, а министр финансов Микель, являвшийся членом национал-либеральной партии, даже стал угрожать отставкой в случае его принятия. В результате 17 марта 1892 г. на тайном совете Вильгельм II объявил, что наложит вето на закон о школе, если он не получит согласия национал-либералов. В соответствии с параграфом 62 прусской Конституции для принятия закона требовалось «согласие короля и обеих палат». Поскольку согласие национал-либералов было полностью исключено и, тем самым, условие Вильгельма II оказалось невыполнимым, Цедлиц был вынужден уйти со своего поста. Каприви, который выступил за принятие закона о школе, 22 марта 1892 г. также покинул пост министра-президента, но не министра иностранных дел - в этом качестве он руководил взаимоотношениями Пруссии с бундесратом, т.е. был связан с имперской политикой [3, S. 120-121].

Проект закона о школе стал так же поводом для смещения с должности председателя Германской консервативной партии Отто фон Хеллдорф-Бедра, но не потому, что он выступил за этот проект; напротив, его партия вынудила его уйти, потому что он выступил против закона о школе.

Вильгельм II, несмотря на его выступление против консервативно-клерикального школьного закона в Пруссии, придерживался консервативного курса, что подтвердило назначение им нового министра-президента. Преемником Каприви в Пруссии стал бывший министр внутренних дел Бото цу Эйленбург, автор известного закона против социалистов. Впрочем, император в данном случае отделил должность премьер-министра от должности канцлера, оставив на этом посту Каприви. Эйленбург был известным противником социальной политики Берлепша и надеялся вернуть репрессивную политику против социал-демократии. С его назначением на должность закончился новый курс в Пруссии и даже Микель, разочаровавшись незначительными, по его мнению, успехами социально-политических мер «нового курса», сблизился с консерваторами.

Назначение Эйленбурга создало неестественную ситуацию, когда в сильнейшем государстве империи у власти оказалась группа, враждебная канцлеру. Положение Каприви резко пошатнулось. Сотрудничество между ним и Эйленбургом оказалось невозможным, возникло двоевластие, и император в октябре 1894 г. отправил в отставку обоих. 28 октября 1894 года их заменил на должности канцлера князь Хлодвиг фон Гогенлоэ-Шиллингсфюрста [5, S. 415].

В области социальной политики реформы Каприви дали относительно

скромные результаты. Но его заслуга состоит в том, что он не только стремился к превращению Германии из аграрной в индустриальную державу, но и способствовал этому превращению своими социальными и торговыми законодательными инициативами. Он был способен идти на компромиссы и самокритично анализировал свои действия. Ему была присуща гибкость при достижении его целей. Тем не менее, основной причиной провала его либерально-консервативных реформ можно считать неудачу в налаживании взаимодействия с политическими партнерами. Его попытка рационального реформистского консерватизма потерпела поражение, столкнувшись с сопротивлением партийных коалиций, различных групп влияния, с противостоянием между Пруссией и Имперским правительством, с доминированием феодально-аграрного консерватизма и полуабсолютистской милитаристской монархии. Программа "нового курса" Каприви была большим отклонением от политики Бисмарка, но без устойчивой политической поддержки была неспособна решить актуальные проблемы того времени.

Литература

1. Nipperdey T. *Deutsche Geschichte 1866-1918. Bd.2. Machtstaat vor der Demokratie.* – München, 1990. 972 S.
2. Neugebauer W. *Handbuch der preussischen Geschichte. Bd.2. Das 19. Jahrhundert und große Themen der Geschichte Preußens.* / Historische Kommission zu Berlin; hrsg. von Wolfgang Neugebauer. – Berlin-New York, 1992. 868 S.
3. Зорилэ Д.В. Особенности развития коммунального налогообложения в Германии в XIX веке // *Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Юриспруденция.* 2021. № 2. с. 18-27.
4. Fichte D., Herrmann K., Lemmer J. *Bausteine für eine Reform des Steuersystems : Das DSI-Handbuch Steuern// Handbuch Steuern.* 2013. November. 32 S.
5. Wehler, H.-U. *Moderne deutsche Sozialgeschichte./ H.-U. Wehler.* - Köln: Kiepenheuer&Witsch, 1973. - S. 407- 436.

ВОСПРИЯТИЕ АЛЕКСАНДРА III РАЗНЫМИ СЛОЯМИ НАСЕЛЕНИЯ

Хайруллина Ильнара Зиннуровна

магистрант

Научный руководитель: д-р ист. наук, профессор Корнилова
И.В.

Набережночелнинский государственный педагогический
университет

г. Набережные Челны, Россия

***Аннотация.** В статье на основе разработанного авторского опросника показана эволюция формирования представлений образа Александра III и его восприятия разными слоями населения.*

***Ключевые слова:** Александр III, образ императора, восприятие, население, реформатор.*

PERCEPTION OF ALEXANDER III BY DIFFERENT SEGMENTS OF THE POPULATION

***Annotation.** On the basis of the developed author's questionnaire, the article shows the evolution of the formation of representations of the image of Alexander III and its perception by different strata of the population.*

***Keywords:** Alexander III, the image of the emperor, perception, population, reformer.*

Александр III как предпоследний монарх из династии Романовых всегда вызывал интерес, как со стороны историков, так и со стороны общественности. Миролюбивая политика, переход к охранительной деятельности являются самыми известными вехами его правления. В исторической науке происходит активный пересмотр оценки личности императора. Если раньше его деятельность рассматривалось, в первую очередь, с позиций консерватизма, то сейчас наблюдается тенденция популяризации императора как миротворца [2]. Историческая наука все более освещает его время правления с положительной стороны, отмечая, прежде всего, достижения Александра III в области внешней политики, в развитии экономического сектора. В СМИ-ресурсах наблюдается тенденция негласного сравнения миролюбивого мо-

нарха с президентом Российской Федерации В.В. Путиным, называя Александра III его «любимым царем». Нам представляется важным проследить, как разные слои населения воспринимают императора, меняется ли это восприятие благодаря пропаганде, различных источников информации.

Для выяснения данного обстоятельства был проведен опрос на тему «Восприятие Александра III» [1]. В проведенном опросе участвовало 259 человек разных возрастных категорий, от 15 до 80 лет. Опрос состоял из четырех основных вопросов с предоставлением выбора ответов. Первый вопрос опроса раскрывает личностно-политическое восприятие монарха, второй – указывает основной источник информации по получению знаний об Александре III, третий – раскрывает отношение респондента к политической деятельности императора, четвертый – предоставляет респондентам право оценить его деятельность по пяти бальной шкале.

Деление на представленные возрастные категории обосновано оценкой деятельности Александра III в разные исторические периоды. Первая возрастная категория – это современные учащиеся школ и вузов, которые получают представления об образе императора на учебных занятиях по истории. Вторая категория – это выпускники советской и постсоветской школы (преимущественно родители и бабушки и дедушки студентов и учащихся школ), для которых образ Александра III подавался с критическим оцениванием его деятельности советской исторической наукой.

Большинство респондентов (39%) всех возрастных категорий воспринимают Александра III в личностном плане, как сына Александра II. При этом в восприятии 37,8% респондентов монарх представляется миротворцем и оценивается исключительно с положительной стороны. 23,2% воспринимают императора как контрреформатора, поясняя это тем, что он отошел от либерального курса реформ, то есть оценивают с отрицательной стороны.

При выборе источника информации по изучению личности и деятельности Александра III большинство респондентов (57,1%) указали школьные знания. При этом, другая доля опрошенных интересуются и изучают Александра III по дополнительным источникам (научным исследованиям, СМИ-ресурсам) [4]. Несмотря на широкую пропаганду СМИ, население данный источник информации указывает последним из всех. Это дает возможность сделать вывод о том, что пропаганда хоть и ведется, но не имеет достаточной эффективности среди населения.

Рассматривая по возрастным категориям, хотелось бы отметить, что среди респондентов от 15 до 18 лет прослеживается в целом положительная динамика. Большая доля опрошенных воспринимает Александра III лишь как сына Александра II, не желая или затрудняясь дать политическую оценку императору. Это можно объяснить тем, что в силу объективных причин данная возрастная категория ограничивается школьными знаниями, их зна-

ния являются наиболее свежими. При этом, большая доля респондентов основной заслугой императора считают миротворческую политику, что дает сделать вывод о том, что восприятие со стороны этого возраста в целом положительное.

Возрастная категория от 19 до 25 лет, среди всех других наиболее позитивнее воспринимают и оценивают личность Александра III. Большая доля опрошенных считают его миротворцем, отмечая это его главной заслугой во время правления. Отраднo, что большинство данной возрастной категории изучает императора углубленно, и основным источником информации указывает научные исследования историков. Оттого аналитика их ответов наиболее объективная, так как они не только ограничиваются школьными знаниями, но и проявляют активную заинтересованность.

Совершенно другое восприятие у возрастной категории от 26 до 35 лет. Большинство из них ограничиваются школьными знаниями и потому без особого желания дают политическую оценку императору. Интересные аналитические данные представила возрастная категория от 36 до 55 лет. Большинство из них воспринимают императора как положительного деятеля, отмечая его миротворческую политику. При этом, вместе с приоритетным значением школьных знаний, для данного возрастного категория научные исследования также служат популярным источником.

Отрицательное восприятие Александра III четко проявилось среди возрастного категория от 56 до 80 лет. Большая часть из них воспринимают его как консервативного деятеля [3], отмечая то, что как неподготовленный к власти, отошел от реформаторской политики своего отца. Основными источниками информации здесь служат школьные знания и СМИ-ресурсы. Именно благодаря аналитики ответов данной возрастной категории, можно увидеть, как преподносилась советскими историками в школьных учебниках личность Александра III. Неэффективность пропаганды СМИ ярко прослеживается, так как в указанных источниках миролюбивый император представляется как положительная фигура в истории, а аналитика ответов показала совершенно другую сторону.

Список литературы

1. *Восприятие Александра III населением.* – URL: https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeInejpREwJs8te0-3aufB7ZlfxqmMGILq15NzDXe0mW9wHXg/viewform?usp=sf_link.

2. Дронов, И.Е. *Сильный, державный. Жизнь и царствование Александра III: 1881-1894 / И.Е. Дронов.* – М.: Русский издательский центр, 2012. – С. 30-35.

3. Зайончковский, П.А. *Российское самодержавие в конце XIX столетия* / П.А. Зайончковский. – М.: Мысль, 1970. – С. 150-155.
4. *Сильный, державный. Император Александр III и его эпоха.* – URL: <https://www.kreml.ru/learning/lectures/silnyu--derzhavnyu-imperator-aleksandr-iii-i-ego-epokha/>.
5. Чернуха, В.Г. Александр III / В.Г. Чернуха // *Вопросы истории.* – 1992. – № 11. – С. 12-19.

АНАЛИЗ УРОВНЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ ОСНОВНЫХ МАКРО- И МИКРОНУТРИЕНТОВ У ПАЦИЕНТОВ С ОЖИРЕНИЕМ, ПЕРЕНЕСШИХ БАРИАТРИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ

Чехонина Юлия Геннадьевна

*кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник
Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и
безопасности пищи
преподаватель*

*Российский национальный исследовательский медицинский
университет им. Н.И.Пирогова, Москва, Российская Федерация*

Гаппарова Камилат Минкаилловна

*кандидат медицинских наук, заведующая отделением
Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и
безопасности пищи*

В последние годы отмечается интенсивный рост числа больных ожирением, прибегающих к оперативным методам лечения, наиболее популярными из которых является продольная резекция желудка и гастрощунтирование. При морбидном ожирении хирургические методы лечения признаются безальтернативными. Результатом бариатрического вмешательства является лечение угрожающих жизни заболеваний, осложняющих ожирение, а также улучшение качества жизни пациентов, восстановление их трудоспособности, социальная адаптация, снижение риска преждевременной смерти [1,2]. Однако, бариатрическое лечение является травмирующим, с длительным периодом реабилитации, высоким процентом развития обменно-алиментарных нарушений на ранних и поздних этапах после оперативного вмешательства. Данная категория пациентов имеет ряд особенностей в питании после оперативного вмешательства, что связано с анатомо-физиологическими изменениями ЖКТ. Исключение из пищеварительного процесса значительной части желудка и тонкой кишки приводит к развитию дефицита ряда эссенциальных макро- и микронутриентов в организме человека [3].

Цель

Оценка фактического питания в домашних условиях у пациентов с ожирением, перенесших рукавную резекцию желудка и гастрощунтирование.

Материалы и методы

Было обследовано 82 пациента (женщин и мужчин), с диагнозом ожирение 1-3 степени. Пациенты были разделены на две основные группы в зависимости от вида оперативного вмешательства и группу сравнения:

- 1) первая группа пациентов - 27 человек, перенесших продольную резекцию желудка (ПРЖ);
- 2) вторая группа - 26 человек, перенесших гастрощунтирование (ГШ);
- 3) группа сравнения – 29 пациентов с ожирением I-III степени.

Давность оперативного вмешательства в основных 2 группах составляла от 5 месяцев до 7 лет.

Всем пациентам проводилась оценка фактического питания методом частотного анализа с использованием компьютерной программы «Анализ состояния питания человека» НИИ питания РАМН, 2005 г. для автоматического расчета среднесуточной калорийности и химического состава рациона питания больного.

Фактическое питание пациентов после бариатрических операций имеет ряд особенностей, связанных с вынужденным ограничением размеров порций, вследствие приобретенных анатомических особенностей и, как следствие этого, снижением общей суточной калорийности рационов питания. Так, средняя энергетическая ценность рациона пациентов группы ПРЖ в домашних условиях составила $2386,19 \pm 332,4$ ккал/сут и $2441,96 \pm 287,5$ ккал/сут в группе ГШ, что соответствует нормативным показателям.

Результаты

При анализе потребления основных макронутриентов выявлены следующие особенности. Содержание белка в рационе находится в пределах нормативных значений в обеих группах и составляет $100,85 \pm 14,1$ г/сут в группе ПРЖ и $90,71 \pm 10,8$ в группе ГШ. В то же время на фоне адекватного потребления белка обращает внимание тенденция к повышенному содержанию общего жира в питании обследованных пациентов обеих групп, которое составило $132,9 \pm 14,7$ г/сут в группе ПРЖ и $124,51 \pm 12,9$ в группе ГШ, что превышает верхнюю границу нормативных значений.

Таблица 1.

Оценка фактического питания обследованных пациентов (M±m)

Показатель	ПРЖ	ГШ	Группа сравнения	РСП*
ЭЦ, ккал/сут	2386,19 ±332,4	2441,96 ±287,5	3340±256* p 1-3 < 0.05	М.: 2100-4200 Ж.: 1800-3050
Белок, г/сут	100,85 ± 14,1	90,71 ±10,8	130,5±8,4	М.: 65-117 Ж.: 58-87

Жиры, г/сут	132,9 ±14,7	124,51± 12,9	174,4±14,2* p 2-3 < 0,05	М.: 70-154 Ж.: 60-102
Общие углеводы, г/сут	161,33 ±29,5	200,13± 37,21	312,5±27* p 1-3 < 0,05	257- 586
ПВ, г/сут	6,38 ±1,03	10,41±2,03	13,7±1,1	20-25
В1, мг/сут	0,9 ±0,14	1,11 ±0,15	1,7±0,22*	1,5
В2, мг/сут	1,94 ±0,28	1,77 ±0,23	2,22±0,32	1,8
Калий, мг/сут	2965,46 ±440,6	3674,9 ±493,7	3589±422	2500
Кальций, мг/сут	1295,25 ±219,9	1175,83±196,4	1498±254	1000-1200
Магний, мг/сут	326,04 ±46,1	381,9 ±49,8	423±56,9* p 1-3 < 0.05	420
Железо, мг/сут	15,63 ± 2,44	18,5 ±2,3	22,9±2,9* p 2-3 < 0,05	М.: 10; Ж.: 18

* Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения РФ Методические рекомендации МР 2.3.1.2432 -08

Примечание: *p<0,05

Отмечается выраженное снижение потребления углеводов в среднем –161,33 ±29,5 г/сут в группе ПРЖ и 200,13±37,21 г/сут в группе ГШ, что не соответствует рекомендуемым нормам потребления в рационе питания здорового человека.

Следствием недостаточного потребления углеводов является низкий уровень пищевых волокон (ПВ), как растворимых, так и нерастворимых в рационах пациентов обеих групп.

При оценке минеральной обеспеченности рациона питания пациентов обеих групп выявлены следующие особенности: так уровень потребления кальция составил 1295,25 ±219,9 мг/сут и 1175,83±196,4 мг/сут в группах ПРЖ и ГШ соответственно и находится в пределах значений рекомендуемой суточной потребности (РСП) [4,5]. Уровень обеспеченности железом - в пределах 15,63 ± 2,44 мг/сут в группе ПРЖ и 18,5 ±2,3 мг/сут в группе ГШ.

Уровень потребления магния составил 326,04 ±46,1 мг/сут в группе ПРЖ и 381,9 ±49,8 мг/сут в группе ГШ, что соответствует 78% и 91 % от РСП [4,5].

При этом необходимо отметить, что более 45% обследованных пациентов, перенесших бариатрическое вмешательство принимают витаминно-минеральные комплексы на постоянной основе и 35% на курсовой основе (по 2-3 месяца 2-3 раза в год).

Заключение

По результатам исследования выявлен ряд особенностей в структуре питания пациентов с ожирением после ПРЖ И ГШ, обусловленный повышенным потреблением насыщенных жиров, выраженным дефицитом потребления общих углеводов и пищевых волокон на фоне нормокалорийного питания и адекватного потребления белка. В группе сравнения отмечалось избыточное суточное потребление калорий, на фоне высокого содержания белка и насыщенных жиров, потребление углеводов находилось в нормативных значениях.

В связи с послеоперационными анатомическими изменениями у данной категории пациентов снижена степень усвоения целого ряда макро- и микронутриентов в пищеварительном тракте. В связи с чем представляется целесообразным включение в диетотерапию БАД к пище и специализированных пищевых продуктов-источников витаминов, минеральных веществ и пищевых волокон для профилактики заболеваний, связанных с их дефицитом в питании.

Дополнительная информация

Источник финансирования

Поисково-аналитическая работа по подготовке рукописи проведена при финансовом обеспечении за счет средств субсидии на выполнение государственного задания в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2019-2021 годы (тема № 0529-2019-0061).

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Список литературы

1. *Пряхин АН. Хирургическое лечение ожирения. Продольная резекция желудка: учебное пособие. Челябинск; 2015. 39 с.*
2. *Fildes A, Charlton J, Rudisill C, et al. Probability of an Obese Person Attaining Normal Body Weight: Cohort Study Using Electronic Health Records. Am. J. Public. Health. 2015;105(9):e54-e59. doi: <https://doi.org/10.2105/AJPH.2015.302773>*
3. *Гаппарова КМ, Чехонина ЮГ, Лапик ИА. Особенности клинко-метаболического статуса после бариатрического лечения ожирения. Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. 2020;179(7): 96–101. DOI: 10.31146/1682-8658-ecg-179-7-96-101*

4. *Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. Методические рекомендации.* М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. 2009. 36 с.

5. *Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник под ред. член-корр. МАИ, проф. И. М. Скурихина и академика РАН, проф. В. А. Тутельяна.* Х46 М.: ДеЛи принт. 2002. 236 с.

РАСТВОРИМЫЙ РЕЦЕПТОР ИНТЕРЛЕЙКИНА-1 КАК ЛАБОРАТОРНЫЙ МАРКЕР ВОСПАЛИТЕЛЬНОЙ РЕАКЦИИ ПРИ СИНДРОМЕ «СУХОГО ГЛАЗА»

Москалец Оксана Владимировна

кандидат медицинских наук

*Московский областной научно-исследовательский клинический
институт им. М.Ф.Владимирского, Москва, Россия*

Синдром сухого глаза (ССГ) является одной из самых распространенных патологий передней поверхности глазного яблока. Согласно принятому определению (DEWSII 2017 г.), ССГ представляет собой многофакторное заболевание глазной поверхности, характеризующееся нарушением гомеостаза слезной пленки и сопровождающееся офтальмологическими симптомами, в развитии которых этиологическую роль играют нарушение стабильности, гиперосмолярность слезной пленки, воспаление и повреждение глазной поверхности, а также нейросенсорные изменения [1,2].

Для оценки воспаления как одного из ведущих патогенетических звеньев ССГ, развивающегося по принципу «воспалительного порочного круга» [3], используют разнообразные лабораторные маркеры: белки острой фазы, цитокины, молекулы клеточной адгезии, протеолитические ферменты и др. Среди них интерлейкин-6 (IL-6), который относится к ключевым провоспалительным цитокинам. Он синтезируется многими типами клеток, в том числе и кератоцитами, участвующими в инициации и регуляции воспаления.

Его высокоаффинный рецепторный комплекс состоит из 2 субъединиц, одна из которых (IL-6R, или gp80) специфична только для этого цитокина, а другая (gp130) – для всех цитокинов, принадлежащих к семейству IL-6. В отличие от многих других интерлейкинов, данный цитокин может активировать клетки-мишени 2 путями. Классический заключается во взаимодействии IL-6 с мембранным комплексом gp80 / gp130. При альтернативном пути IL-6 сначала взаимодействует с растворимой формой gp80 (sIL-6R), которая образуется посредством альтернативного сплайсинга мРНК или слущивается с клеточной мембраны под воздействием металлопротеаз, а затем комплекс IL-6 / sIL-6R связывается с gp130. [4]

В отличие от IL-6, растворимая форма его рецептора при заболеваниях

глаза практически не изучена [5-7]. Целью настоящего исследования было изучение информативности определения sIL-6R в слезной жидкости (СЖ) при ССГ.

Материал и методы

Обследовано 20 больных (40 глаз) с ССГ. Исследования СЖ проводили до и после назначения препарата 0,007% ПАБК (Актипол) в виде инстилляций по 1 капле 3 раз в день в течение 30 дней. В качестве контроля были обследованы 10 практически здоровых лиц (20 глаз). Исследовалась рефлкторная слеза каждого глаза. Определение sIL-6R проводили методом иммуноферментного анализа с использованием тест-системы производства «Bioscience» (Австрия).

Статистическую обработку данных проводили методами дисперсионного (тест ANOVA с F-критерием Фишера), вариационного (критерий Стьюдента-Бонферрони) анализа и определения непараметрических ранговых критериев (U-Mann-Whitney, Z-Wilcoxon).

Результаты и обсуждение

У всех пациентов до лечения в СЖ была зарегистрировано значимое повышение содержания sIL-6R (10974.8 ± 1228.5 пкг/мл), по сравнению с контрольной группой (4.6 ± 0.7 пкг/мл; $p < 0.001$). После лечения через 1 месяц у больных отмечено достоверное снижение содержания sIL-6R ($2138,0 \pm 506,6$ пкг/мл; $P < 0,001$) по сравнению с исходным значением. Но при этом, содержание sIL-6R оставалось выше, чем в контрольной группе (табл.1).

В среднем после лечения содержание sIL-6R в СЖ уменьшилось на 80,5% ($p < 0,001$) по сравнению с исходным уровнем. При этом достоверное снижение показателя наблюдалось у всех 20 пациентов (40 глаз) ($p < 0,001$), причем в 11 (27,5%) глазах – до нормы. В остальных 29 (72,5%) глазах снижение составило от 37% до 98%. от исходного уровня. Таким образом, в результате лечения больных 0,007% раствором ПАБК в течение одного месяца выявлено значительное снижение содержания sIL-6R ($P < 0,001$).

Таблица 1.

Влияние лекарственного препарата Актипол-М на содержание нейтрофильной эластазы (НЭ) и растворимой формы IL-6R (sIL-6R) в слезной жидкости

Группы наблюдения		Контроль	До лечения	Достоверность различий pU	После лечения	Достоверность различий pU	Достоверность различий pW
Показатели							
sIL-6R – пкг/мл	n	20	40	< 0,001	40	0,028	< 0,001
	M	4,6	10974,8		2138,0		
	±m	0,7	1228,5		506,6		
	Me	4,5	8810,0		892,0		
	Q1	3,0	6065,0		0,0		
	Q3	6,0	11899,0		2725,0		
	Min	2,0	1980,0		0,0		
	Max	9,0	30425,0		13875,0		

Примечание: 1. Условные обозначения: n – количество наблюдений (количество глаз), M - среднее арифметическое, m - ошибка среднего арифметического, Me - медиана, Q1 - 1-й квартиль, Q3 - 3-й квартиль, Min – минимальное значение показателя выборки, Max – максимальное значение показателя выборки. 2. Статистическая значимость различий между сравниваемыми группами: pU – контрольной группы и основной группы до и после лечения по U - критерию Mann-Whitney; pW – между показателями до и после лечения по W-критерию Wilcoxon

Хорошо известно, что в очаге воспаления увеличивается содержание гуморальных факторов и их уровень достаточно четко характеризует течение воспалительной реакции. В связи с этим, использование в качестве объекта исследования локальных биологических жидкостей представляется весьма перспективным с точки зрения информативности.

Применение 0,007% раствора ПАБК (Актипол) в форме глазных капель в течение одного месяца значительно снижает содержание исследованных маркеров воспаления, что свидетельствуют о стихании воспалительного процесса. Однако, нормализация показателей произошла только в 27, 5% наблюдений в случае с sIL-6R и в 40% наблюдений в случае с НЭ. На основании полученных результатов рекомендуется продолжение лечения больных с помощью препарата Актипол-М более одного месяца до нормализации всех объективных и субъективных клинических и лабораторных показателей.

Заключение

0,007% раствора ПАБК (Актипол) в форме глазных капель оказывает противовоспалительное действие, подавляя повышенную продукцию sIL-6R в СЖ при ССХ.

Литература

1. Messmer E.M. *The pathophysiology, diagnosis and treatment of dry eye disease. Dtsch Arztebl.Int.* 2015; 112(5):71-81. DOI:10.3238/arztebl.2015.007.

2. Baudouin Ch., Aragona P., Setten G. et al. *Diagnosing the severity of dry eye: a clear and practical algorithm // Br. J. Ophthalmol.* 2014. Vol. 98. № 9. P. 1168–1176.

3. Nicolle P., Liang H., Reboussin E., Rabut C., Warcoin E. *Proinflammatory markers, chemokines and enkefalin in patients suffering from dry eye disease. Int.J. Mol. Sci.* 2018; 19(4):1221. DOI: 10.3390/ijms 19041221.

4. Друцкая М.С., Носенко М.А., Атретханы К-С.Н., Ефимов Г.А., Недопасов С.А. *Интерлейкин-6 – от молекулярных механизмов передачи сигнала к физиологическим функциям и терапевтическим мишеням. Морлекулярная биология – 2015. – Т49. - №6. – с.937-943.*

5. Акберова С.И., Тазулахова Э.Б., Мусаев Галбинур П.И., Мамедова В.М. *Влияние пара-аминобензойной кислоты (АКТИПОЛ®) на продукцию интерлейкина-6 у больных с герпетическими кератитами. Вестник офтальмологии. - 2006. - №5 - с.23-26.*

6. Shoji J., Kawaguchi A., Gotoh A., Inada N., Sawa M. *Concentration of soluble interleukin-6 receptors in tears of allergic conjunctival disease patients. Jpn. J. Ophthalmol.,* 2007; 51(5).332-337. DOI: 10.1007/s10384-007-0461-2.

7. Na K.S., Mok J.W., Kim J.Y., Rho C.R., Joo C.K. *Correlations between tear cytokines, chemokines and soluble receptors and clinical severity of dry eye disease. Invest. Ophthalmol.Vis. Sci.* 2012;53(9):5443-5450. DOI:10.1067/ iovs.11-9417.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ САХАРНОГО ДИАБЕТА С ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Юсупова Шахноза Кодировна

кандидат медицинских наук, доцент

Фарходова Комила Хотам кизи

магистрант

*Андижанский государственный медицинский институт,
город Андижан, Республика Узбекистан*

Введение

Как заболевания щитовидной железы, так и сахарный диабет (СД) часто встречаются в клинической практике. Они могут влиять друг на друга, и о связи между этими двумя состояниями сообщалось в более ранних исследованиях. Существует глубокая глубинная связь между СД и дисфункцией щитовидной железы. Растущее количество доказательств указывает на множество сложных взаимосвязанных биохимических, генетических и гормональных нарушений, отражающих эту патофизиологическую ассоциацию.

Сложная взаимосвязь между заболеванием щитовидной железы и СД имеет клинические последствия. Лечение дисфункции щитовидной железы у больных сахарным диабетом улучшит контроль гликемии, снизит сердечно-сосудистый риск и улучшит общее самочувствие, тем не менее, консенсуса в отношении оптимальных стратегий скрининга щитовидной железы при обычном лечении диабета по-прежнему не хватает.

Взаимодействие диабета и заболеваний щитовидной железы

Известно, что гипертиреоз способствует гипергликемии. Непереносимость глюкозы различной степени наблюдается почти у 50% пациентов с болезнью Грейвса, а открытый диабет встречается у 2-3%, когда у нормальных людей развивается гипертиреоз. Хорошо известно, что у больных сахарным диабетом с гипертиреозом наблюдается ухудшение гликемического контроля, и было показано, что тиреотоксикоз провоцирует диабетический кетоацидоз. С другой стороны, повторяющиеся эпизоды гипогликемии дают ключ к пониманию развития гипотиреоза у пациентов с СД1, а замена гормонами щитовидной железы, как показано, уменьшает колебания уровня глюкозы в крови.

Хорошо известно, что как клинический, так и субклинический гипотиреоз могут вызывать состояния, устойчивые к инсулину (ИР). Считалось, что нарушение утилизации глюкозы, стимулированной инсулином, в периферических тканях является основным механизмом ИР, индифферентным в исследованиях *In vivo* и *In vitro*. В 2005 году Деном Холландером и другими было показано, что лечение гипотиреоза улучшает функцию почек у пациентов с СД. Что касается ретинопатии, недавнее исследование, проведенное Янгом и др. сообщалось, что у больных сахарным диабетом с субклиническим гипотиреозом более тяжелая ретинопатия по сравнению с эутиреоидными пациентами с диабетом. Повышенный риск нефропатии и ретинопатии, наблюдаемых у больных сахарным диабетом с субклиническим гипотиреозом, обеспечивает обоснование скрининга пациентов с СД2 на дисфункцию щитовидной железы и лечения при ее обнаружении. Диабет является основным фактором риска сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). Гипотиреоз может увеличить этот риск из-за его независимых ассоциаций с атеросклеротическим заболеванием сердца. У пациентов с гипотиреозом риск ССЗ может быть повышен за счет множественных взаимодействий с показателями ССЗ, такими как дислипидемия и артериальная гипертензия. Изменения артериального давления, изменение липидного обмена, снижение сократимости сердца и повышение сосудистого сопротивления, возникающие при гипотиреозе, объясняются снижением действия гормонов щитовидной железы на множество органов, таких как сердце, печень и периферические сосуды, и может быть устранено заменой гормонов щитовидной железы. Исследования, проведенные у пациентов с гипотиреозом, показали повышенный уровень HbA1c не только при наличии диабета, но и у лиц, не страдающих диабетом. Измененная продолжительность жизни эритроцитов из-за низкого оборота эритроцитов у пациентов с гипотиреозом может быть частично ответственна за ложное повышение уровня HbA1c. Следовательно, роль HbA1c как маркера диабета была поставлена под сомнение в таких условиях, особенно когда Американская диабетическая ассоциация (АДА) одобрила его в качестве диагностического критерия СД.

Влияние сахарного диабета на заболевания щитовидной железы

У эутиреоидных лиц с СД в сыворотке крови трийодтиронин (Т3) уровни, базальные уровни тиреотропного гормона (ТТГ) и реакция ТТГ на тиреотропин-релизинг-гормон (ТРГ) - все это подвержено изменениям в зависимости от гликемического статуса. СД, по-видимому, влияет на функцию щитовидной железы в двух местах; во-первых, на уровне гипоталамического контроля высвобождения ТТГ, а во-вторых, в периферических тканях путем преобразования Т4 в Т3. Ночной пик ТТГ притупляется или отменяется у больных сахарным диабетом, и реакция ТТГ на ТРГ также нарушается. Снижение уровня Т3 наблюдалось у пациентов с неконтролируемым диабетом.

Возможное объяснение этого “низкого Т3 состояние” может быть нарушением периферического превращения Т4 в Т3, которое нормализуется с улучшением гликемического контроля. Более высокие уровни циркулирующего инсулина в сочетании с ИР показали пролиферативное действие на ткань щитовидной железы, что может привести к увеличению размера щитовидной железы с увеличением образования узелков. На эффективность лечения гормонами щитовидной железы при гипотиреозе может влиять сопутствующий диабет. Более высокая распространенность СД1 наблюдается у пациентов с орбитопатией Грейвса (ОГ), чем в нормальной популяции. Как СД, так и расстройства щитовидной железы могут повлиять на здоровье матери и плода, оказывая влияние на акушерскую помощь. Высокие титры антител против ТПО были зарегистрированы у беременных женщин, подверженных риску гестационного СД. Послеродовая дисфункция щитовидной железы встречается до 25% женщин с СД1.

Субклинический гипотиреоз и диабет

Этот биохимический диагноз объясняет значительную долю дисфункции щитовидной железы, встречающейся у больных сахарным диабетом. Перрос и др. сообщалось о распространенности 5% в амбулаторных условиях больницы, в то время как у женщин-диабетиков, проживающих в общинах, распространенность составила 8,6% , о чем сообщили Чабб и др. Последствия субклинического гипотиреоза у пациента с диабетом, вероятно, будут зависеть от вероятности его прогрессирования до явного заболевания, его влияния на метаболический контроль диабета и потенциальной терапевтической пользы от левотироксина (L4).

Генетические причины СД2 и дисфункции щитовидной железы

Эпидемиологические исследования предполагают наличие общих генетических предпосылок как для заболеваний щитовидной железы, так и для СД. Тем не менее, идентификация общих генов в настоящее время почти полностью ограничивается аутоиммунной этиологией. Среди аутоиммунных состояний у человека наиболее сильная связь наблюдается между СД1 и аутоиммунным заболеванием щитовидной железы (АИТ). Семейная кластеризация также часто наблюдается. Распространенность аутоиммунного тиреоидита у пациентов с СД1 может достигать 48% по сравнению с 3-10% в общей численности населения. Как АИТ, так и СД1 показали индивидуальную ассоциацию с различными последовательностями HLA класса II. Даже при такой сильной генетической ассоциации информация об общих генах восприимчивости к СД1 и АИТ недостаточна, недавно было высказано предположение, что большое количество других генов связано с повышенным риском для обоих состояний. Хотя существует аналогичная частота заболеваний щитовидной железы, связанных с СД2, генетические связи недостаточно хорошо охарактеризованы. Немногие исследования предпола-

гают прямую генетическую основу. Современные данные о полиморфизме ген де-иодиназы 2-го типа демонстрируют, что гомозиготность по этому полиморфизму связана с повышенным риском СД2. Эти данные, подтвержденные метаанализом почти 11 000 человек, указывают на возможную роль внутриклеточного ТЗ в чувствительности к инсулину.

Косвенные связи

ТТГ оказывают хорошо известное влияние на метаболизм глюкозы и липидов как за счет краткосрочного, так и долгосрочного взаимодействия с регуляторными путями энергетического гомеостаза, так и за счет прямого взаимодействия с регуляцией инсулина и утилизацией глюкозы в периферических тканях. Меланокортин 4 типа участвует в центральной регуляции энергии. Его активация приводит к сокращению потребления пищи и увеличение затрат энергии. АМФ-активированная протеинкиназа (АМПК) - это датчик клеточной энергии, который опосредует воздействие различных гормональных и пищевых сигналов в гипоталамусе. Недавно был признан гипоталамический контроль периферического метаболизма с помощью АМПК. Ингибирование гипоталамического АМПК снижает выработку глюкозы на периферии. Кроме того, АМПК связывает регуляцию глюкозы с синтезом жирных кислот (ЖК) посредством карбоксилирования ацетил-СоА, которое затем катализируется ацетилКоА карбоксилазой. Недавно Лопес и соавт. продемонстрировали снижение активности гипоталамического АМПК при гипертиреозе или при центральном введении ТЗ. ТТГ могут косвенно изменять метаболизм глюкозы путем их взаимодействия с различными гипоталамическими сигналами. Однако точные механизмы, лежащие в основе этого сложного взаимодействия, еще предстоит выяснить. ТТГ может влиять на углеводные механизмы посредством взаимодействия с адипоцитокинами и гормонами кишечника. Циркулирующие уровни грелина показать обратную связь с ТЗ, независимо от форм стимуляции. Грелин модулирует чувствительность к инсулину и оказывает влияние на пролиферацию островковых клеток. Гипертиреоз связан с ИР, а гиперинсулинемия подавляет уровень грелина. Сообщалось о гетерогенных эффектах ТТГ на адипокины, в частности на лептин. Факторы некроза опухоли (ФНО) повышенный при гипотиреозе, служит одним из основных адипокинов, который способствует ИР, снижению утилизации. Взаимодействие между ТТГ и адипонектином еще предстоит выяснить уточненные и доступные исследования показали противоречивые результаты.

Периферические эффекты гормонов щитовидной железы

Воздействие на периферические ткани дополнительно описывает общее влияние функции щитовидной железы на секрецию инсулина, действие и поглощение глюкозы. У лиц с гипотиреозом наблюдается снижение вызванной глюкозой секреции инсулина β -клетками, а реакция β -клеток на глюкозу

или катехоламин усиливается при гипертиреозе, возможно, из-за увеличения массы β -клеток. Более того, клиренс инсулина повышается у пациентов с тиреотоксикозом. Непереносимость глюкозы при тиреотоксикозе обусловлена повышенной печеночной выработкой глюкозы вместе с повышением уровня гликогенолиза. Тиреотоксикоз также может привести к кетоацидозу в результате повышенного липолитического действия и повышенного β -окисления печени. У больных сахарным диабетом гипотиреоз может влиять на метаболический контроль посредством воздействия на метаболизм глюкозы в отличие от тех, которые наблюдаются у гипертиреоз. Эти эффекты включают снижение выработки глюкозы в печени, глюконеогенез и периферическое поглощение глюкозы. Это в конечном счете приводит к предрасположенности к гипогликемии. Частая гипогликемия была зарегистрирована у детей и подростков с сахарным диабетом и врожденным гипотиреозом. При субклиническом гипотиреозе снижение скорости транспорта глюкозы, стимулируемого инсулином, вызванное нарушенной экспрессией и транслокацией GLUT 2, может привести к ИР. Кроме того, гипотиреоз связан с дисфункцией эндотелия, определяемой нарушением опосредованной потоком вазодилатации. Исследование в области здорового эутиреоидные мужчины обнаружили положительные корреляции между ТТГ, эндотелиальной дисфункцией и ИР, что является дополнительным доказательством трехсторонней взаимосвязи между статусом щитовидной железы, резистентностью к инсулину и риском ССЗ. Повышенные концентрации циркулирующих ЖК в сочетании с повышенной доступностью глюконеогенных субстратов из периферийных источников также могут прояснить выраженное увеличение глюконеогенеза у животных, получавших ТЗ. Различные гены, которые влияют на взаимодействие гормонов ЩЖ и скелетных мышц, состоят из GLUT1, GLUT4, β 2 адренергических рецепторов, PPAR γ -коактиватора-1 α , фосфоглицераткиназы и митохондриального разобщающего белка. Среди различных идентифицированных генов были подробно изучены GLUT-4 и митохондриальный разобщающий белок 3. В скелетных мышцах ТЗ может повышать базальный и инсулиновый транспорт глюкозы, модулируя GLUT 4. Было высказано предположение, что недавно идентифицированный ген митохондриальный разобщающий белок 3 связан с метаболизмом глюкозы и снижением ФА окисление. Он также может играть решающую роль в передаче сигналов АМПК.

Диагностика гипотиреоза при сахарном диабете

Диагностика гипотиреоза у больных сахарным диабетом, основанная только на клинических проявлениях, нелегка. Ассоциация низкого уровня гормонов ЩЖ с острыми гипергликемическими состояниями может создавать трудности в точной интерпретации тестов функции щитовидной железы у пациентов с неконтролируемым диабетом. Типичные изменения

включают низкий уровень Т3 в сыворотке крови из-за нарушения дополнительной конверсии тиреоидного Т4 в Т3, низкий уровень Т4 в сыворотке крови, вызванный снижением связывания с белками и низкий уровень ТТГ в сыворотке крови. Тяжелая диабетическая нефропатия может быть ошибочно отнесена к гипотиреозу, поскольку у людей с этим заболеванием также могут наблюдаться бледность, отеки, усталость и увеличение веса. Высокочувствительный иммуноанализ на содержание ТТГ в сыворотке крови (предел обнаружения $<0,1$ мЕ/л) является наиболее надежным и чувствительным скрининговым тестом на гипотиреоз. Кроме того, субклиническая дисфункция щитовидной железы может быть диагностирована только аномальным уровнем ТТГ, потому что сывороточные уровни Т3 и Т4 в норме, а пациенты, как правило, бессимптомны.

Тесное взаимодействие между статусом щитовидной железы и метаболическим контролем способствует тщательному мониторингу функции щитовидной железы, особенно у пациентов с СД1. Однако случай ежегодного скрининга у пациентов с СД2 менее точен. Доступные руководящие принципы либо не являются конкретными в отношении рутинного мониторинга, либо однозначно рекомендуют не проводить рутинный ежегодный скрининг при СД2. Американская ассоциация щитовидной железы рекомендует частое тестирование на дисфункцию щитовидной железы для пациентов с СД 2. Пациентам с высоким риском может потребоваться более частое тестирование. Основные расхождения касаются выбора функциональных тестов, интервалов между тестированием, того, показан ли рутинный скрининг всем пациентам с диабетом и необходима ли конкретная политика скрининга. Эти неопределенные связи отражены в руководящих принципах, опубликованных основными эндокринными и диабетическими обществами по скринингу заболеваний щитовидной железы. В недавнем обзоре Кадияла и др. упрощенные подходы было сделано предложение. Авторы предложили измерять ТПО и ТТГ у всех пациентов с сахарным диабетом на исходном уровне и последующее ежегодное тестирование только у тех пациентов с СД1, у которых есть положительные антитела или концентрация ТТГ в верхней границе нормы.

Метформин и функция щитовидной железы

Метформин рассматривается в качестве препарата первой линии для лечения СД2. В небольшом ретроспективном исследовании метформин подавлял уровень ТТГ до субнормальных уровней без изменений уровней свободного Т4 и Т3. Проспективные исследования у пациентов с диабетом и гипотиреозом на стабильном лечении L4 показали, что во время приема метформина в течение 3 месяцев уровни ТТГ были значительно ниже, чем базальные концентрации ТТГ, при этом наблюдались обратные эффекты при прекращении приема метформина. Недавнее исследование у пациентов с до-

брокачественными узлами щитовидной железы продемонстрировало значительное уменьшение размера узелков с помощью метформина у пациентов с ИР. Эффект метформина, который производился в течение 6-месячного периода, был связан с падением концентрации ТТГ и достиг снижения на 30% от первоначального размера узелка, когда метформин вводили отдельно, и до 55%, когда он был добавлен к лечению L4. Из приведенных выше исследований следует, что метформин оказывает подавляющее действие на секрецию ТТГ у пациентов с гипотиреозом, эффект, который, по-видимому, не зависит от лечения L4 и не изменяет профиль гормонов ЩЖ. Восстановление секреции ТТГ обычно происходит примерно через 3 месяца после отмены метформина.

Роль аналогов гормонов щитовидной железы

Они оказывают глубокое влияние на различные физиологические процессы, включая метаболизм липидов, белков и углеводов. Аналоги гормонов ЩЖ сделали возможной разработку новых стратегий в лечении атеросклероза, диабета и ожирения. В настоящее время ведется поиск мощных аналогов гормонов щитовидной железы, которые избирательно устраняют вредное воздействие ТГ и одновременно оказывают желаемый терапевтический эффект в центре внимания. Недавние исследования и последующие результаты предоставили множество подсказок, которые могли бы раскрыть следы сложных физиологических механизмов в эндокринных перекрестных помехах гипергликемии дисфункции щитовидной железы.

Выводы

Дисфункция щитовидной железы часто встречается у пациентов с СД. Связь между заболеваниями щитовидной железы и СД характеризуется сложными взаимозависимыми взаимодействиями. Лежащие в основе патофизиологические механизмы все больше распутываются. Нелеченная дисфункция щитовидной железы может ухудшить метаболический контроль у пациентов с диабетом, а также может увеличить существующий риск ССЗ. Из существующей литературы также очевидно, что ИР играет решающую роль в соединении СД2 и дисфункции щитовидной железы. Новые молекулы проложили путь для развития подходящих аналогов гормонов щитовидной железы для лечения сопутствующих метаболических заболеваний. Повышенная частота нарушений функции щитовидной железы при диабете требует системного подхода к тестированию щитовидной железы. До сих пор практика скрининга широко варьировалась, и конкретные руководящие принципы отсутствовали. Взаимосвязь между СД2 и заболеваниями щитовидной железы была менее изученной областью, в которой могут быть найдены ответы на различные факты метаболического синдрома и связанных с ним сердечно-сосудистых заболеваний.

Литература

1. Rohdenburg GL. Thyroid diabetes. *Endocrinology* 1920;4:63.
2. Lenzen S, Bailey CJ. Thyroid hormones, gonadal and adrenocortical steroids and the function of the islets of Langerhans. *Endocr Rev* 1984;5:411-34.
3. Boelaert K, Franklyn JA. Thyroid hormone in health and disease. *J Endocrinol* 2005;187:1-15.
4. Hollowell JG, Staehling NW, Flanders WD et al. Serum TSH, T(4), and thyroid antibodies in the United States population (1988 to 1994):
5. Canaris GJ, Manowitz NR, Mayor G et al. The Colorado thyroid disease prevalence study. *Arch Intern Med* 2000;160:526-34.
6. Surks MI, Hollowell JG. Age-specific distribution of serum thyrotropin and antithyroid antibodies in the US population: implications for the prevalence of subclinical hypothyroidism. *J Clin Endocrinol Metab* 2007;92:4575-82.
7. Wiersinga WM. Subclinical hypothyroidism and hyperthyroidism. I. Prevalence and clinical relevance. *Neth J Med* 1995;46:197-204.
8. Pearce SH, Merriman TR. Genetics of type 1 diabetes and autoimmune thyroid disease. *Endocrinol Metab Clin N Am* 2009;38:289-301.
9. Perros P, McCrimmon RJ, Shaw G et al. Frequency of thyroid dysfunction in diabetic patients: value of annual screening. *Diabet Med* 1995;12:622-7

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТСРОЧЕННЫХ РЕАКЦИЙ СЕНСОРНОЙ СИСТЕМЫ ТЕМПЕРАТУРНО-БОЛЕВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ПОДРОСТКОВ С ВРОЖДЕННЫМ СКОЛИОЗОМ НА КОРРЕКЦИЮ ДЕФОРМАЦИИ ПОЗВОНОЧНИКА

Ахмедова Мехрибан Ахмедовна, Щурова Елена Николаевна.

*Национальный медицинский исследовательский центр
травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова*

***Аннотация.** У подростков с врожденным сколиозом, в ближайший период после оперативной коррекции деформации, в большинстве исследуемых дерматомах наблюдалась преимущественно положительная динамика показателей температурно-болевого чувствительности. Несмотря на то, что после проведенного лечения динамики неврологического статуса больных не наблюдалось, у всех пациентов диагностированы изменения чувствительности на субклиническом уровне. Негативные изменения тепловой и болевой чувствительности могут быть основой возможных неврологических дефицитов.*

***Ключевые слова:** подростки, сенсорная система температурно-болевого чувствительности, врожденный сколиоз, оперативная коррекция деформации, отсроченные реакции сенсорной системы.*

Введение

Анализ литературы показывает, что очень важно отследить состояние и динамику чувствительной и двигательных сфер в ближайший послеоперационный период у подростков со сколиозом. На сегодняшний день на эту тему были опубликованы единичные сообщения [Taylor В.А., 1994; Auerbach J.D., et al., 2016; Bartley С.Е., et al., 2017; Qiao J. et al. 2018]. Реакции сенсомоторной системы пациентов со сколиозом могут быть основой возможных послеоперационных неврологических изменений. Отсроченный послеоперационный неврологический дефицит является потенциально разрушительным состоянием после коррекции деформации позвоночника, характеризующийся развитием неврологических нарушений в течение часов или дней после хирургической процедуры [Auerbach J.D., et al., 2016; Bell J.E.S., 2017; Bartley С.Е., et al., 2017; Qiao J. et al. 2018].

В литературе отсутствуют данные об отсроченных послеоперационных реакциях чувствительной и двигательной сфер (основы возможных неврологических дефицитов) подростков врожденным сколиозом на хирургическую коррекцию деформации позвоночника.

Цель работы - исследование динамики показателей температурно-болевой чувствительности у подростков с врожденным сколиозом в ближайший период после коррекции деформации позвоночника.

Материал и методы

Для исследования отсроченных реакций сенсорной системы подростков после коррекции деформации позвоночника была проанализирована динамика состояния температурно-болевой чувствительности в ближайший послеоперационный период у 13 подростков с врожденным сколиозом. Исследования осуществляли через 7-14 дней ($10,0 \pm 0,7$ дней) после оперативного вмешательства. Возраст обследуемых подростков находился в диапазоне от 11 до 17 лет (в среднем $14,0 \pm 0,6$ лет). Было 7 мальчиков и 6 девочек. Величина основной дуги деформации составляла $61,5 \pm 4,9$ градусов (от 40 до 81 градуса), компенсаторной $52,6 \pm 5,0$ градусов (от 35 до 80 градусов, $n=9$). Анализ степени коррекции деформации показал, что величина коррекции деформации составляла в основной дуге - $52,0 \pm 5,9\%$ (с $61,5 \pm 4,9$ до $30,0 \pm 4,1$ градусов, $p=0,0004$), в компенсаторной - $48,0 \pm 6,5\%$ (с $52,6 \pm 5,0$ до $28,4 \pm 5,1$ градусов, $p=0,0054$).

Исследование температурно-болевой чувствительности осуществлялось при помощи электрического эстезиометра (термистор фирмы «EPCOS Inc.», Германия) в дерматомах Th₁ - S₂ справа и слева. Работа выполнена в соответствии с этическими стандартами, изложенными в Хельсинкской декларации с последующими изменениями. Родители детей или их законные представители подписали информированное добровольное согласие на проведение диагностических исследований и публикацию данных без идентификации личности.

Статистическую обработку результатов исследования осуществляли с помощью пакета программ Microsoft Excel 2010. Проверка характера статистического распределения значений исследуемых параметров осуществлялась с помощью критерия Шапиро-Уилка. Для оценки статистической значимости различий параметров при их нормальном распределении использовали t-критерий Стьюдента, в остальных случаях применяли непараметрические критерии. Различия считались значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследований

Анализ реакций температурно-болевой чувствительности выявил увеличение количество случаев нормальных порогов тепловой чувствительности (табл. 1) на 96% ($p=0,001$), число повышенных порогов и термоанестезий остались на дооперационном уровне.

Таблица 1.

Частота встречаемости (%) нарушений тепловой чувствительности до и после хирургической коррекции деформации в группе подростков с врожденным сколиозом (n=13)

Дерматомы	Порог в норме (%)		Порог повышен (%)		Отсутствует (%)	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
Th ₁ (n=26)	36	46	22	19	43	31
Th ₂ (n=26)	43	35	11	19	43	31
Th ₃ (n=26)	21	46	22	42	57	11
Th ₄ (n=26)	11	27	36	35	53	38
Th ₅ (n=26)	10	31	47	46	43	27
Th ₆ (n=26)	3,5	15	28,5	35	68	50
Th ₇ (n=26)	3,6	4	53,6	38	43	58
Th ₈ (n=26)	0	8	54	34	46	58
Th ₉ (n=26)	0	4	46	34	54	61
Th ₁₀ (n=26)	0	4	50	31	50	65
Th ₁₁ (n=26)	0	0	50	35	50	65
Th ₁₂ (n=26)	0	8	50	34	50	58
L ₁ (n=26)	0	8	61	34	39	58
L ₂ (n=26)	0	4	43	38	57	58
L ₃ (n=26)	0	0	39	50	61	50
L ₄ (n=26)	0	0	25	31	75	69
L ₅ (n=26)	0	8	29	38	71	54
S ₁ (n=26)	0	0	15	34	85	66
S ₂ (n=20)	0	4	46	42	54	54
В среднем, M±m	6,8±3,0	13,3±3,6* p=0,001	38,3±3,3	35,2±1,7 p=0,177	55,0±3,0	50,6±3,6 p=0,14

* - достоверность отличия от дооперационного уровня, p<0,05.

В среднем по выборке величина порога тепловой чувствительности соответствует дооперационному уровню (табл. 2).

Динамика положительных и отрицательных изменений тепловой чувствительности в различных дерматомах может регистрироваться в противофазе (рис. 1). Так в дерматомах Th₁-Th₇ доминировала положительная динамика (рис. 1а). Отрицательная динамика была представлена минимально

(рис. 1б). В дерматоме Th₈ наблюдался паритете отрицательной и положительной динамики. С уровня Th₉ по L₁ - преобладала отрицательная динамика тепловой чувствительности (зона основной и компенсаторных дуг деформации и оперативного вмешательства). В дерматоме L₂ и S₂ присутствовали одинаковые значения разнонаправленных изменений. В L₃, L₄, L₅, S₁ – превалировала положительная динамика.

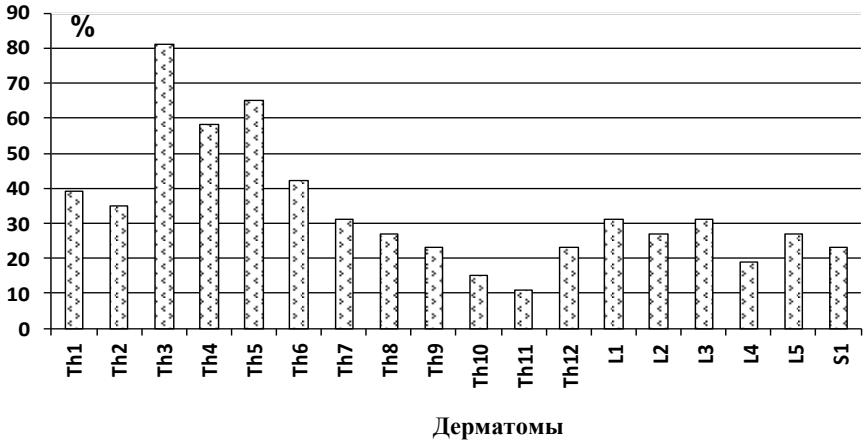
Таблица 2.

Показатели температурно-болевой чувствительности (градусы) у подростков с врожденным сколиозом до и после коррекции деформации (M±m, n=13)

Дерматомы	До операции			После операции		
	Т° кожи	Порог тепла	Порог боли	Т° кожи	Порог тепла	Порог боли
Th ₁ (n=26)	32,0±0,2	35,4±0,8	40,9±0,5	31,3±0,2	35,1±1,0	40,0±0,6
Th ₂ (n=26)	33,2±0,2	35,7±0,6	41,7±0,4	32,7±0,3	35,8±0,8	40,6±0,7
Th ₃ (n=26)	33,4 ±0,2	37,1±0,6	43,0±0,4	33,2 ±0,2	37,1±0,7	41,8±0,7
Th ₄ (n=26)	33,6±0,2	38,5±0,6	44,0±0,4	33,3±0,2	37,9±0,8	42,4±0,8
Th ₅ (n=26)	33,6±0,2	39,4±0,7	44,4±0,5	33,2±0,3	38,1±1,0	43,4±0,8
Th ₆ (n=26)	33,7±0,2	41,0±1,0	45,5±0,5	33,3±0,2	39,4±1,1	43,9±0,8
Th ₇ (n=26)	33,7±0,2	40,7±0,6	45,8±0,4	33,3±0,2	40,6±0,9	44,7±0,8
Th ₈ (n=26)	33,2±0,2	41,7±0,6	46,4±0,4	33,3±0,2	40,2±1,2	45,1±0,8
Th ₉ (n=26)	33,7±0,2	41,2 ±0,7	47,0±0,5	33,3±0,2	41,8 ±1,2	46,0±0,8
Th ₁₀ (n=26)	33,3±0,2	42,0±0,7	47,0±0,4	33,2±0,3	41,1±1,1	45,2±0,8
Th ₁₁ (n=26)	33,2±0,2	42,0±0,8	46,2±0,5	33,2±0,3	41,7±1,4	46,0±0,8
Th ₁₂ (n=26)	33,4±0,2	42,3±0,7	47,0±0,5	33,2±0,3	41,3±1,4	46,5±0,8
L ₁ (n=26)	33,2±0,2	42,6±0,8	47,6±0,5	33,3±0,2	40,8±1,1	46,2±0,7
L ₂ (n=26)	32,5±0,2	43,0 ±0,9	47,7±0,5	32,1±0,3	42,5 ±1,1	46,5±0,7
L ₃ (n=26)	32,0±0,2	43,1±0,8	48,0±0,5	31,7±0,3	42,7±0,8	46,6±0,8
L ₄ (n=26)	32,1±0,2	42,2±0,9	47,7±0,8	31,5±0,3	44,3±1,0	47,1±0,8
L ₅ (n=26)	32,0±0,2	44,1±1,1	48,7±0,8	31,5±0,3	43,3±1,4	47,7±0,8
S ₁ (n=26)	30,7±0,1	41,0 ±1,1	47,6±0,5	29,6±0,4	42,7 ±1,3	46,8±0,8
S ₂ (n=22)	32,5±0,2	43,1±0,9	47,6±0,5	31,7±0,3	42,7±1,2	46,3±0,8
В среднем, M±m	32,9±0,2	40,9±0,6	46,0±0,5	32,5±0,3	40,4±0,6	44,9±0,5* p=2,2E-10

Примечание: * - достоверность отличия показателей от дооперационного уровня, p<0,05.

Основной, характерной особенностью изменений болевой чувствительности в послеоперационный период являлось рост доли дерматомов со сниженными порогами (с $3,3 \pm 1,6\%$ до $15,3 \pm 3,3\%$, $p=0,0002$). В наибольшей степени это выражено в дерматомах Th₁-Th₆. Следует заметить, что уменьшалось количество случаев нормальных порогов (на 42%, $p=0,013$). Снижение повышенных порогов было минимально (табл. 3).



a



б

Рисунок 1. Доля (в %) позитивных (а) и негативных (б) изменений тепловой чувствительности подростков с врожденным сколиозом через 7-14 дней после оперативной коррекции деформации позвоночника

Таблица 3.

Распределение изменений болевой чувствительности до и после хирургической коррекции деформации позвоночника у подростков с врожденным сколиозом (% , n=13)

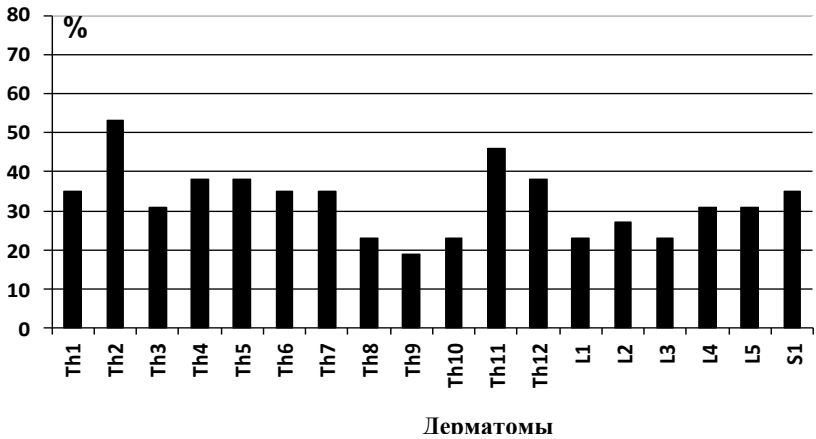
Дерматомы	Порог в норме (%)		Порог снижен (%)		Порог повышен (%)	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
Th ₁ (n=26)	57	19	38	61	14	15
Th ₂ (n=26)	64	19	34	46	18	35
Th ₃ (n=26)	43	42	8	15	46	38
Th ₄ (n=26)	32	38	4	19	64	42
Th ₅ (n=26)	25	15	4	19	71	65
Th ₆ (n=26)	25	8	4	15	75	77
Th ₇ (n=26)	21	0	12	15	79	85
Th ₈ (n=26)	7	4	12	11	93	85
Th ₉ (n=26)	14	8	4	11	86	81
Th ₁₀ (n=26)	7	8	4	11	93	77
Th ₁₁ (n=26)	11	4	8	11	89	81
Th ₁₂ (n=26)	14	11	4	8	86	81
L ₁ (n=26)	11	8	8	4	89	88
L ₂ (n=26)	3,5	8	8	4	96,5	88
L ₃ (n=26)	3,5	8	0	8	96,5	92
L ₄ (n=26)	3,5	0	0	8	96,5	92
L ₅ (n=26)	0	0	0	8	100	92
S ₁ (n=26)	0	0	4	8	96,5	92
S ₂ (n=20)	4	0	4	8	96	92
В среднем, M±m	18,2±4,3	10,5±2,8* p=0,013 - 42%	3,3±1,6	15,3±3,3* p=0,0002 +363%	78,2±6,0	73,6±5,4* p=0,012 - 6%

* - достоверность отличия от дооперационного уровня, p<0,05.

В дерматомах с Th₆ по S₂ регистрировалась преимущественно положительная динамика болевой чувствительности (в 42-69% случаев) (рис. 2). В среднем по выборке определялось снижение порога болевой чувствительности на 1,1±0,09 градусов (от 0,5-1,8 градусов, p=2,2E-10) (табл. 2).



а



б

Рисунок 2. Положительная и отрицательная динамика (в %) болевой чувствительности подростков с врожденным сколиозом через 7-14 дней после оперативной коррекции деформации позвоночника

Заключение

Таким образом, в ближайший период после оперативной коррекции деформации у подростков с врожденным сколиозом, в большинстве исследуемых дерматомов наблюдалась преимущественно положительная динамика показателей температурно-болевой чувствительности. Несмотря на то, что

после проведенного лечения динамики неврологического статуса больных не наблюдалось, у всех пациентов диагностированы изменения чувствительности на субклиническом уровне. Негативные изменения тепловой и болевой чувствительности могут быть основой возможных неврологических дефицитов.

Список литературы

1. Taylor B.A., Webb P.J., Hetreed M., Mulukutla R.D., Farrell J. Delayed postoperative paraplegia with hypotension in adult revision scoliosis surgery. *Spine*. 1994;19(4):470-474.

2. Auerbach J.D., Kean K., Milby A.H., Paonessa K.J., Dormans J.P., Newton P.O., Song K.M., Lonner B.S. Delayed Postoperative Neurologic Deficits in Spinal Deformity Surgery. *Spine*. 2016;41(3):E131-8. doi: 10.1097/BRS.0000000000001194.

3. Bartley C.E., Yaszay B., Bastrom T.P., Shah S.A., Lonner B.S., Asghar J., Miyanji F., Samdani A., Newton P.O. Perioperative and Delayed Major Complications Following Surgical Treatment of Adolescent Idiopathic Scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 2017;99(14):1206-1212. doi: 10.2106/JBJS.16.01331.

4. Bell J.E.S., Seifert J.L., Shimizu E.N., Sucato D.J., Romero-Ortega M.I. Atraumatic Spine Distraction Induces Metabolic Distress in Spinal Motor Neurons. *J Neurotrauma*. 2017;34(12):2034-2044. doi: 10.1089/neu.2016.4779.

5. Qiao J., Xiao L., Zhu Z., Xu L., Qian B., Liu Z., Sun X., Qiu Y. Delayed Postoperative Neurologic Deficit After Spine Deformity Surgery: Analysis of 5377 Cases at 1 Institution. *World Neurosurg*. 2018;111:e160-e164. doi: 10.1016/j.wneu.2017.12.010.

ЗНАЧЕНИЕ HLA СИСТЕМЫ В МЕХАНИЗМАХ НЕВЫНАШИВАНИЯ БЕРЕМЕННОСТИ

Родыгина София Михайловна, Цуркан Юлия Андреевна

*Кировский государственный медицинский университет,
город Киров, Российская Федерация*

***Аннотация.** В статье рассматривается статистическая достоверность и оценка влияния HLA-системы на возможность женщин фертильного возраста выносить и завершить беременность нормальными родами.*

***Ключевые слова:** невынашивание беременности, статистический анализ, HLA – система, статистическая достоверность*

Актуальность

Одним из приоритетных направлений в социальной политике правительства РФ является увеличение рождаемости населения. Однако до сих пор ведущее значение в структуре заболеваемости беременных женщин занимают потери плода неясной этиологии. Большинство исследователей сходятся во мнении, что последние имеют HLA этиологию, так как они играют критическую роль во время беременности: обеспечивают представление антигенов (АГ) плода иммунокомпетентным клеткам матери и АГ матери – иммунцитам плода.¹ Невынашивание беременности - крайне значимая медико-социальная проблема. По своей актуальности занимает ведущее место, потенцируя демографические потери и нарушения репродуктивного, социального и психологического благополучия женщин.² При этом важно отметить, что частота самопроизвольного прерывания беременности по данным за 2017 год составляет 15-23%.³ Из этого числа 5-20% составляет привычное невынашивание беременности. При этом немаловажную роль играют иммунологические аспекты в области невынашивания беременности.

¹Сочнев, А.М. Антигены системы HLA при различных заболеваниях и трансплантации /А.М. Сочнев, Л.П. Алексеев, А.Т. Тананов – Рига: Зинатне, 1987. – 167с.

²Связь HLA-DRB1-генотипа с репродуктивными неудачами. [Текст]*/М.Н.Болдырева, О.Б. Барцева, Л.Ф.Курило и др. // Проблемы репродукции. - 2010. - № 6. С. 59-63.

³<https://www.who.int/ru>

Цель исследования

Изучить отдельные аспекты в области невынашивания беременности при участии HLA системы. Провести сравнительный анализ 2 групп женщин: имеющих отягощенный акушерский анамнез и успешно завершивших беременность родами; оценить степень влияния HLA системы на риск развития невынашивания беременности.

Материалы и методы исследования

В качестве практической части работы был проведен статистический анализ 60 медицинских карт женщин, проживающих на территории Кировской области. В ходе исследования было выделено 2 группы женщин: 30 страдают невынашиванием беременности, 30 успешно завершили беременность родами.

Результаты исследования

При исследовании медицинских карт женщин с невынашиванием беременности у 10 человек из 30 (33,33%) наблюдалось абсолютное преобладание HLA-зависимых заболеваний: ревматоидный артрит (18%), лимфогранулематоз (9%), аутоиммунный тиреоидит (46%), сахарный диабет (27%). Среди женщин, страдающих невынашиванием беременности, 15 (50%) имели в анамнезе только HLA-независимые заболевания различного генеза. Как HLA-независимые, так и HLA-зависимые заболевания наблюдались у 5 женщин из 30 и составили 16,6%. По результатам исследования медицинских карт женщин с невынашиванием беременности не было выявлено ни одной пациентки с отсутствием заболеваний. Данные представлены в таблице 1.

Таблица 1.

женщины страдающие невынашиванием беременности			
здоровые 0%	имеют патологию различного генеза 30 женщин - 100%		
	абсолютное преобладание HLA -зависимых заболеваний	абсолютное преобладание HLA-независимых заболеваний	сочетанные заболевания HLA-зависимой и HLA-независимой этиологии
	33,33%	50,00%	16,60%

Во время исследования медицинских карт женщин с нормальным течением и успешным завершением беременности абсолютно здоровые женщины составили в количественном эквиваленте 7 человек из 30 (23,33%). Из 23 женщин, имеющих в анамнезе патологию различного генеза, ни у одной (0%) не наблюдались заболевания только HLA этиологии. Среди 23 пациенток с нормальным завершением родов HLA-независимые заболевания наблюда-

лись у 21 человека (91,3%), из них 1 патологию имели 16 человек (69,56%), 2 и более патологии наблюдались у 5 женщин (21,74%). В 8,7% (2 человека) случаев наблюдались сочетанные заболевания: как HLA-зависимые, так и HLA-независимые. Данные представлены в таблице 2.

Таблица 2.

женщины с нормальным течением беременности и нормальным завершением родов				
здоровые 7 женщин - 23,33%	имеют патологию различного генеза 23 женщины - 76,67%			
	1 патология HLA независимого заболевания	2 и более патологии HLA независимого заболевания	заболевания HLA-зависимые и HLA-независимые	абсолютное преобладание HLA зависимых заболеваний
	69,56%	21,74%	8,70%	0%

Обсуждение исследования

По результатам исследования было установлено, что абсолютно здоровые женщины не имели отягощенного акушерского анамнеза (23,33%), в то время как среди женщин, страдающих невынашиванием беременности, абсолютно здоровых не было ($p < 0,05$, разница статистически достоверна). Абсолютное преобладание HLA-зависимых заболеваний наблюдалось у 33,33% женщин с невынашиванием беременности, в то время как у пациенток, успешно завершивших беременность, этот показатель был равен 0% ($p < 0,05$, разница статистически достоверна). HLA-независимые заболевания в 76,67% случаев диагностировались у женщин без отягощенного акушерского анамнеза, а в 50% случаев были у пациенток, страдающих невынашиванием беременности ($p < 0,05$, разница статистически достоверна). Как HLA-зависимые, так и HLA-независимые заболевания встречались у женщин обеих групп исследования: в 8,7% случаев у родильниц, завершивших беременность, в 16,6% случаев у женщин, с неудачной попыткой выносить плод ($p < 0,05$, разница статистически достоверна). Таким образом, система HLA и зависимые заболевания данной системы имеют весомое значение в механизмах невынашивания беременности.

Литература

1. <https://www.who.int/ru>
2. Лаборатория генно-инженерных систем [Электронный ресурс]. – 2016. - Режим доступа: http://lages-lab.ru/article_41.htm

3. Связь HLA-DRB1-генотипа с репродуктивными неудачами. [Текст]*
/М.Н.Болдырева, О.Б. Барцева, Л.Ф.Курило и др. // Проблемы репродукции.
- 2010. - № 6. С. 59-63.

4. Сочнев, А.М. Антигены системы HLA при различных заболеваниях и трансплантации /А.М. Сочнев, Л.П. Алексеев, А.Т. Тананов – Рига: Зинатне, 1987. – 167с.

СОЦИАЛЬНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЖЕНЩИН Г. ЛУЗА, ПРЕРВАВШИХ БЕРЕМЕННОСТЬ

Гранкина Анастасия Владимировна,

Дубровских Наталья Дмитриевна

Научный руководитель: Петров Борис Алексеевич

*ФГБОУ ВО Кировский государственный медицинский
университет, г. Киров, Россия*

Введение

Аборт и в наше время остается главной проблемой, затрагивающей различные сферы жизни человечества, в том числе медицинскую и социальную, так как имеет высокую распространенность среди женщин как молодого, так и более старшего возраста, а также имеет значительный вклад в структуру заболеваний репродуктивной сферы женской смертности. Известно, что Всемирная организация здравоохранения признала аборт одной из самых серьезных проблем в сфере охраны здоровья многих стран [1]. Существует большое количество исследований, которые доказывают, что наличие аборта в гинекологическом анамнезе у женщины несет за собой риск осложнений в развитии последующих беременностей [6]. И, не смотря на всё это, отношение к аборту остается как к простой и безобидной процедуре у многих женщин, что категорически неверно.

Мы проводили исследование в городе Луза, который является небольшим как по численности населения, так и по площади. И, к сожалению, в таких маленьких городках уровень информированности населения значительно ниже, чем в более крупных городах ввиду низкой санитарной и образовательной культуры женщин, большой занятости их домашним трудом, а также ограниченной возможности доступа к средствам и методам получения информации.

Цель работы

Социально-гигиеническая характеристика женщин города Луза, прервавших беременность и разработка мероприятий по профилактике абортов.

Задачи исследования

1. Составить тест, а затем провести тестирование среди женщин города Луза, прервавших беременность.

2. Обработать результаты и проанализировать их.

3. Сделать выводы и разработать план мероприятий по профилактике абортов.

Материалы и методы

Нами было создано онлайн-анкетирование на платформе «Google», которое прошли 280 женщин Кировской области города Луза, поступивших в районную центральную больницу для искусственного прерывания беременности в сроке до 12 недель. Анкетирование состояло из 14 вопросов, касающихся разных аспектов жизни женщин, которые в той или иной степени могли бы повлиять на решение о прерывании беременности. Так, онлайн опрос включал себя вопросы о возрасте женщин, об их образовании, профессиональной занятости, доходах, семейном положении, о ранее проводившихся абортах, их количестве и причинах прерывания беременности, о наличии детей и их количестве, а также об оценке репродуктивного здоровья женщин.

Результаты исследования

Составленное нами онлайн-анкетирование из 14 вопросов было пройдено женщинами, поступившими на искусственное прерывание беременности в центральную районную больницу в сроке до 12 недель, возраст которых находится в пределах от 17 до 49 лет и составляет в среднем 33 ± 1 года.

Результаты исследования позволили установить, что среди респондентов в возрасте 17-19 лет оказалось 13,57%, что, по сравнению с другими возрастными группами оказалось наименьшим, в возрасте 20-29 лет – 24,29%, в 30-39 лет обнаружился самый высокий процент искусственного прерывания беременности, который составил 36,07%, немаленьким оказался и процент в возрасте 40-49 лет – 26,07%.

На вопрос «вы работаете или учитесь?» были получены следующие ответы: 3,21% женщин – обучающиеся, 58,93% - работают, немаленьким оказался и процент неработающих, а именно – 37,86%. Среди работающих лиц выделены следующие профессии: учителя (4,85%), продавцы (26,67%), разнорабочие (23,03%), уборщицы (13,33%), строители (2,42%), бухгалтеры (20,61%) и прочие профессии (9,09%). Результаты ответа на данный вопрос показали, что довольно-таки большой процент женщин, искусственно прервавших беременность, являются либо обучающимися, либо безработными, что позволяет сделать вывод о социальной обусловленности аборта у женщин.

Вопрос о доходе выявил следующие значения: 53,93 % женщин имеет доход ниже прожиточного минимума, 36,43% - указывает на средний доход, и лишь 9,64% - сообщает о доходе выше прожиточного минимума.

Следующим стоял вопрос об образовании женщин, решившихся на данную процедуру. Было выяснено, что в сумме большее количество занимают женщины со средним и даже высшим образованием. Так, высшее образова-

ние имеет 23,21% женщин, среднее специальное образование 39,64%, среднее общее образование – 29,64%, и лишь 7,5% - неполное среднее.

Крайне важное значение при решении вопроса женщины о прерывании беременности имеет ее семейное положение, поэтому нами также был задан вопрос «Состоите ли в браке?». Было выявлено 48,57% состоявших в браке, 18,93% - в гражданском браке, не состояли в браке вообще - 16,79%, разведены 7,14%, и 8,57% женщин являются вдовами.

Также мы выяснили процент женщин, состоявших в браке в разные возрастные периоды. Так, состояли в браке 6,43% в возрасте 17-19 лет, 51,43% - в возрасте 20-29 лет, 28,21% - в возрасте 30-39 лет и 13,93% - в возрасте 40-49 лет.

На вопрос «есть ли у вас дети?» на момент опроса положительный ответ дали 76,07% женщин, и 23,93% - отрицательный ответ. В продолжение вопроса о детях при положительном ответе был предложен вопрос об их количестве, после чего мы получили следующие данные: из 213 женщин имеющих детей 74,65% женщин уточнили, что имеют лишь 1 ребенка, 17,84% - 2 детей, 4,69% - 3 детей и лишь 2,82% женщин имеют 4 и более детей.

На вопрос «были ли ранее искусственные прерванные беременности?» положительный ответ дали 28,93% женщин, и, соответственно, отрицательный ответ – 71,07%. Не уходя далеко от вопроса об уже имеющихся в гинекологическом анамнезе абортках, мы выявили из 81 женщины, ранее уже выполнявших данную процедуру, процент искусственного прерывания беременности в разные возрастные периоды. Считается, что повторный аборт свидетельствует о закреплении привычки прибегать к нему, что с возрастом растет вероятность в анамнезе наличие уже проводившихся абортков [3]: так, в возрасте 17-19 лет лишь 9,88% решились на данную процедуру, уже 38,27% - в 20-29 лет, пик пришелся на 30-39 лет - 45,68%, и, наконец, 6,17% - в возрасте 40-49 лет.

Также нами был задан вопрос о количестве абортков. Из 81 женщины, решившейся на искусственное прерывание беременности, было выявлено, что 65,43% - делало аборт 1 раз, 23,46% - 2 раза, и 11,11% - 3 раза.

На вопрос «вы сами решились на аборт или кто-то вам помог с решением?» 58,57% женщин дало положительный ответ, 23,57% - утверждают, что с выбором помог отец неродившегося ребенка, 12,5% - с выбором помогла семья/родители женщины и 5,36% - утверждает, что друзья женщины.

При оценке репродуктивного здоровья женщины 48,57% не отметили нарушений, 32,86% - отметили наличие нарушений менструации, 5,71% - эрозии шейки матки, 0,71% - миомы матки, 2,86% - воспалительные заболевания тазовых органов и 9,29% женщин затрудняются ответить на данный вопрос.

На вопрос «Причины прерывания беременности?» получены следующие

данные: 54,64% женщин указали, что беременность была незапланированной, 10,36% - в семье уже достаточное количество детей, 24,64% женщин считают, что их материальное положение недостаточно для воспитания детей, 5,36% - указывают на плохие внутрисемейные условия и 5% - другие причины.

Обсуждение

Путем проведения онлайн-анкетирования и подсчета результатов было установлено, что среди женщин, искусственно прервавших беременность, в 30-39 лет обнаружился самый высокий процент прерывания беременности, также было выявлено, что немало женщин являются работающими, но при этом их доход, в основном, выходит ниже прожиточного минимума. Также было выявлено, что у большинства женщин, участвующих в исследовании, не имеется ранее проведенного искусственного прерывания беременности, благодаря чему многие имеют уже хотя бы 1 ребенка.

Причинами прерывания беременности являются незапланированная беременность, достаточное количество детей, недостаточное материальное положение в семье для воспитания детей, а также сформировавшаяся у женщины под влиянием среды и воспитания жесткая установка на рождение определенного числа детей.

В профилактике искусственного прерывания беременности, несомненно, основная роль принадлежит здоровому образу жизни семьи, а также наличию доверительных отношений между детьми и их родителями [2]. Но всё же наиболее важными являются источники получения информации по репродуктивному поведению на этапах обучения, а также адекватности выбранных методов контрацепции, ведь большинство женщин не имеют доступа к грамотным источникам информации [7]. Изучение социальных аспектов искусственного прерывания беременности позволяет проводить их достаточно эффективную профилактику. К методам профилактики абортов относится планирование семьи, которое следует рассматривать как один из важных путей сохранения здоровья населения. Поэтому чрезвычайную важность приобретают адекватные медико-социальные мероприятия, направленные на охрану репродуктивного здоровья, начиная с самого раннего детства [8].

Таким образом, наше исследование говорит о необходимости принятия неотложных мер, направленных на снижение процента женщин, решившихся на искусственное прерывание беременности, через её профилактику, прежде всего, в условиях женской консультации, для которой одной из главных задач является предотвращение абортов и их осложнений. И самую важную роль стоит отвести проведению санитарно-просветительной работы.

Во-первых, это повышение роли службы планирования семьи, женских консультаций в снижении информированности населения, повышения каче-

ства профилактической воспитательной и образовательной работы, особое внимание стоит уделять подросткам и женщинам активного репродуктивного возраста, повышение ответственности самой женщины и ее семьи в сохранении репродуктивного здоровья. Распространение информации возможно с помощью книг, листовок, брошюр, видеоматериалов, информационных стендов в женских консультациях, разработки социальной рекламы, оповещение данного вопроса в средствах массовой информации и профилактики на законодательном уровне.

Во-вторых, работа над развитием доступной, эффективной системы контрацепции, механизм действия которой, включая побочные эффекты, должен быть известен медицинским работникам, общающимся на данную тему с населением. И, наконец, работа по повышению культурной грамотности сексуальных отношений среди молодежи. С учётом эффективности принципа «равный обучает равного» привлекать к медико-гигиеническому обучению школьников, студентов старших курсов медицинских образовательных учреждений для проведения бесед. Также всего этого можно достичь путем создания специализированных школ или семинаров по планированию беременности.

Список литературы

1. Айламазян Э.К. *Акушерство: учебник для медицинских вузов*, Спб.: СпецЛит, 2003, 506 с.
2. Баранов А.Н., Санников А.Л., Сизюхина Н.Н. *Аборт: междисциплинарный взгляд // Журнал: Экология человека*, 2006, №6, 49-54 с.
3. Белокриницкая Т.Е., Жуковская Н.А., Василевская Л.А. *Социально-психологические аспекты проблемы абортов // Планирование семьи*. 1997; 3; 8-10 с.
4. Лукичева А.А., Атьман В.О., Мусаева З.А., Мушников Д.Л., Абрамова С.А., Хряпкин С.А. *Характеристика медицинской информированности девушек в возрасте 18-ти лет // Здоровье и образование в XXI веке. – 2015. - № 4(17). – С. 214-216.*
5. Полунина, Н.В., Турбина, Ю.О., Ашанина, Н.М. *Профилактика медико-социальных факторов риска здоровья женщин репродуктивного возраста. Окружающая среда и здоровье. Гигиена и экология урбанизированных территорий: материалы VI Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием молодых ученых и специалистов, посвящённой 85 - летию ФГБУ "НИИ ЭЧ и ГОС им. А.Н. Сысина". - М., 2016. – С. 480.*

6. Серов В.Н., Жаров Е.В., Ковальчук Я.Н., Лосик Ю.С. *Распространенность аборт и контрацепции в Российской Федерации.* М., 1998. 20 с.

7. Фролова О.Г. *Проблемы аборта и контрацепции у женщин групп социального риска // Планирование семьи.* 1995; 4; 25-27 с.

8. Шарапова О.В., Баклаенко Н.Г. *Меры по профилактике и снижению числа абортов и материнской смертности в Р.Ф.// Здоровоохранение.*- 2004, №7.

**АНТОЦИАНОВЫЕ ВЫТЯЖКИ ЛЕПЕСТКОВ *LUPINUS HYBRIDUS* L., *TRIFOLIUM PRATENSE* L., *ROSA MAJALIS* HERRM.:
ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСТРАКЦИИ И СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ**

Логвина Анна Олеговна

кандидат биологических наук, доцент

Винокурова Стефания Андреевна

Белорусский государственный университет,

г. Минск, Республика Беларусь

Фенольные соединения представляют собой большой класс вторичных метаболитов растений, включающий простые фенольные соединения, фенилпропаноиды, флавоноиды, дубильные вещества. Функции фенольных соединений в растениях разноплановы, в том числе придание окраски цветкам для привлечения насекомых-опылителей. За эту функцию ответственны антоцианы, структурно относящиеся к флавоноидам. Антоцианы являются одними из основных пигментов растений, наряду с такими соединениями как каротиноиды и бетацианины. Данные флавоноиды окрашивают лепестки, листья, плоды в розовый, пурпурный, фиолетовые цвета. Антоцианы представляют практический интерес как натуральные красители, в том числе для косметической, лекарственной и пищевой промышленности.

При этом актуальным является поиск доступных и недорогих источников получения антоцианов. Для пищевых целей, как правило, используются антоцианы, выделяемые из ягод. Для других отраслей промышленности альтернативу ягодному сырью могут составить цветки распространённых растений. Наиболее перспективными являются широко произрастающие виды, среди которых клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), люпин гибридный (*Lupinus hybridus* L.), шиповник майский (*Rosa majalis* Herm.).

Несмотря на перспективность использования натуральных красителей, открытым остается вопрос оптимизации условий выделения антоцианов из сырья для каждого объекта индивидуально. Антоцианы эффективно экстрагируются полярными растворителями. Среди полярных растворителей наиболее приемлемым с точки зрения экологичности и сравнительно низкой токсичности для человека является этиловый спирт. Однако оптимальную концентрацию экстрагента, дающую максимальный выход целевых соеди-

нений, необходимо подбирать эмпирически.

Целью работы было проведение анализа влияния концентрации этанола в составе экстрагента на спектральные характеристики (спектры поглощения и оптическую плотность при максимумах поглощения) антоциановых экстрактов лепестков *Lupinus hybridus* L., *Trifolium pratense* L., *Rosa majalis* Herrm.

Для получения биомассы лепестков проводили сбор цветков клевера лугового (*Trifolium pratense* L.), люпина гибридного (*Lupinus hybridus* L.), шиповника майского (*Rosa majalis* Herrm.): время сбора – июнь 2021 г., место сбора – район г. Минска. Сразу после сбора цветки доставлялись в лабораторию кафедры клеточной биологии и биоинженерии растений биологического факультета БГУ, где отделялись лепестки, промывались, прослушивались и использовались для получения антоциан-содержащих вытяжек.

К получению экстрактов приступали сразу после подготовки растительного материала. Извлечение антоцианов проводили из сырого сырья, так как высушивание лепестков может привести к деградации данных метаболитов.

Для исследования влияния условий экстракции на выход и стабильность выделенных антоцианов экстракцию осуществляли 4 вариантами экстрагента, различающимися концентрацией этанола: готовили водные растворы 30%, 50%, 70% и 96% этанола. На основании литературных сведений [1; 2], для повышения эффективности выделения антоцианов из сырья все экстрагенты дополняли 1% соляной кислоты.

Навеску сырого растительного материала массой 1 г помещали в пластиковую пробирку, вносили 10 мл экстрагента, пробирку плотно закрывали, взвешивали для последующего контроля испарения экстрагента, интенсивно встряхивали в течение 1 мин. Далее пробирки помещали на роторный шейкер для извлечения антоцианов в течение 18 ч при непрерывном помешивании при комнатной температуре. После чего пробирки снова интенсивно встряхивали в течение 1 мин и помещали их на водяную баню для нагревания в течение 2 ч при 50 ° [3; 4]. После остывания пробирки взвешивали, при необходимости потерю в весе восполняли тем же экстрагентом. Экстракты фильтровали через бумажный фильтр и центрифугировали в течение 15 мин при 3500 об/мин. Важно отметить, что примененный подход к экстракции антоцианов позволил провести достаточно эффективное извлечение – наблюдалось полное обесцвечивание сырья.

Спектроскопический анализ экстрактов включал использование двух подходов: регистрация спектров и определение оптической плотности в максимумах поглощения.

Спектры поглощения экстрактов снимали на спектрофотометре «Cary 50 Bio» (Varian, Австралия) в диапазоне длин волн 200–800 нм с использованием кюветы с толщиной слоя 1 см. Аликвоты полученных экстрактов перед

исследованием разводили в 10 раз дистиллированной водой.

Антоцианы имеют характеристические максимумы поглощения, находящиеся в диапазоне длин волн в кислой среде от 500 до 550 нм. На основании установленных максимумов поглощения для оценки по значениям оптических плоскостей количественного содержания доминирующих антоцианов в вытяжках можно использовать метод прямой спектрофотометрии. Кроме этого, используемый объект не содержит фотосинтетических пигментов, поэтому выявленный диапазон поглощения принадлежит исключительно антоцианам.

После регистрации спектров поглощения и обнаружения их максимумов для каждого объекта, определяли их оптическую плотность в максимумах поглощения с использованием спектрофотометра «Cary 50 Bio» (Varian, Австралия). При этом экстракты разводили в 10 раз (0,2 мл экстракта + 1,8 мл дистиллированной воды). В качестве нулевого контроля использовали дистиллированную воду. Показатель выражали в относительных единицах оптической плотности.

Эксперименты проводили в 3-кратных биологической и аналитической повторностях. Для обработки полученных результатов были использованы стандартные методы вариационной статистики. На диаграммах приведены средние величины \pm ошибка средней величины.

На первом этапе исследований были проанализированы спектры поглощения экстрактов лепестков клевера лугового, люпина гибридного и шиповника майского. Максимумы поглощения свидетельствуют о принадлежности компонентов фенольного комплекса экстрактов лепестков исследуемых объектов к определенным классам фенольных соединений, в данном случае к антоцианам.

Согласно литературным данным, антоцианы определяются в кислой среде в области 500-550 нм (таблица 1).

Таблица 1.

Спектральные максимумы антоцианов в видимой области согласно [2]

Название соединений	λ_{max} , нм
пеларгонидин	504*
пеларгонидин-3- глюкозид	496°
цианидин	510°
цианидин-3-глюкозид	510°
дельфинидин	522°
дельфинидин-3-глюкозид	520°
петунидин	536*
петунидин-3-глюкозид	522°
мальвидин	520*
мальвидин-3-глюкозид	546*
пеонидин	511*
пеонидин-3-глюкозид	512°

* - 0,1% раствор HCl в метаноле; ° - растворитель 0,1M раствор соляной кислоты

На рисунках 1, 2 и 3 представлены спектры поглощения для каждого из экстрактов при тестируемых концентрациях этанола в экстрагенте, демонстрирующие различия в максимумах поглощения, что свидетельствует о доминировании различных антоцианов в вытяжках лепестков исследуемых растений.

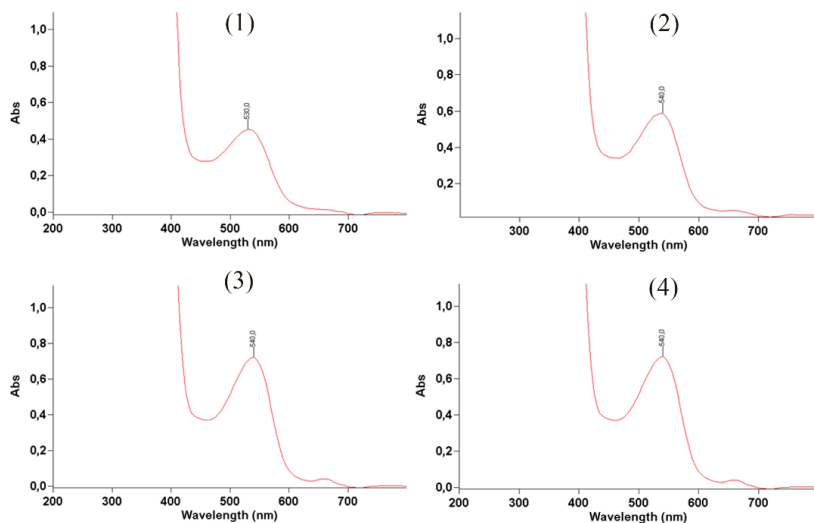


Рисунок 1. Спектры поглощения экстрактов лепестков клевера лугового на основе 30 % (1), 50 % (2), 70 % (3) и 96 % (4) этанола

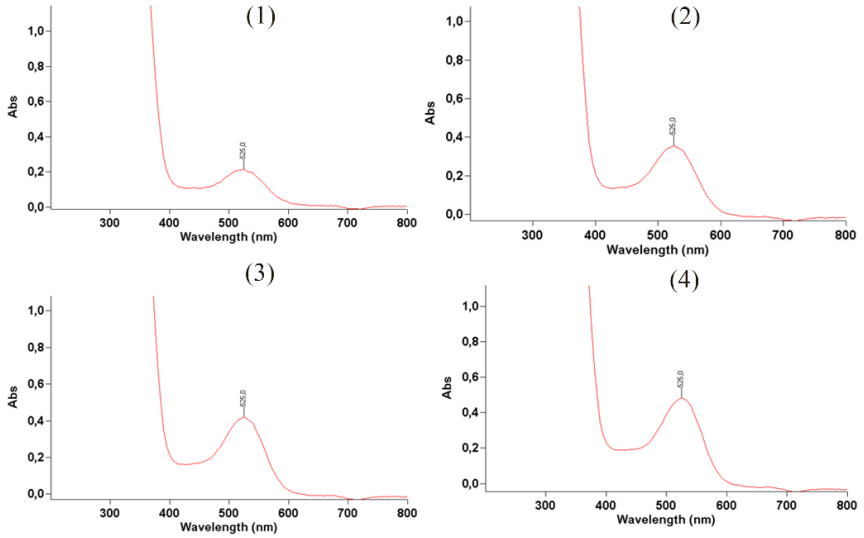


Рисунок 2. Спектры поглощения экстрактов лепестков люпина гибридного на основе 30 % (1), 50 % (2), 70 % (3) и 96 % (4) этанола

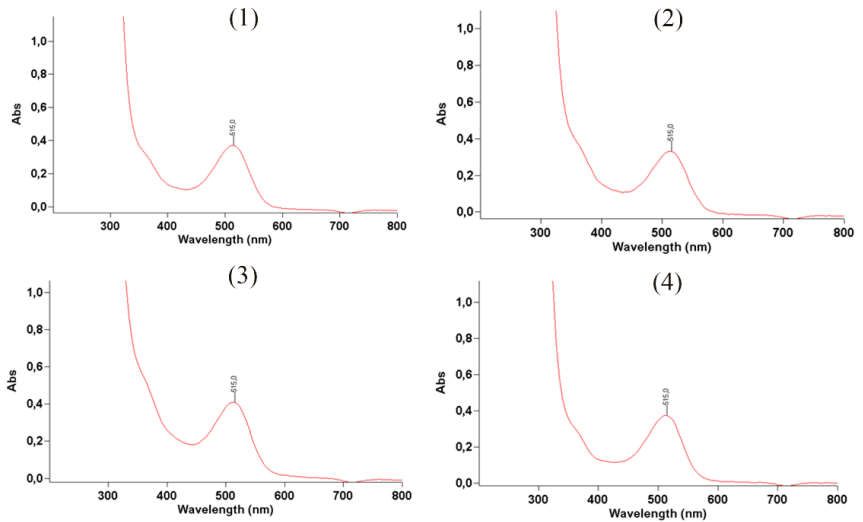


Рисунок 3. Спектры поглощения экстрактов лепестков шиповника майского на основе 30 % (1), 50 % (2), 70 % (3) и 96 % (4) этанола

В таблице 2 приводятся значения выявленных максимумов поглощения экстрактов исследуемых объектов. Как видно из данных таблицы, концентрация этанола в экстрагенте не отражается на максимумах поглощения экстрактов.

Таблица 2.

*Максимумы поглощения антоциан-содержащих экстрактов из лепестков
Trifolium pratense, Lupinus hybridus, Rosa majalis*

Концентрация этанола в экстрагенте	Клевер, нм	Люпин, нм	Шиповник, нм
30 %	530	525	515
50 %	540	525	515
70 %	540	525	515
96 %	540	525	515

На основании полученных сведений о спектральных максимумах исследуемых экстрактов в кислой среде и, исходя из литературных сведений о максимумах поглощения некоторых антоцианов, представленных в таблице 1, можно сделать предположение о том, что в вытяжках лепестков клевера лугового, люпина гибридного и шиповника майского доминируют следующие антоцианы и их гликозилированные производные: петунидин и мальвидин-3-глюкозид; дельфинидин и петунидин-3-глюкозид; пеонидин-3-глюкозид и пеонидин соответственно.

Существует ряд подходов к количественной оценке антоцианов в экстрактах. Как правило, они основаны на прямой спектрофотометрии ввиду оптической активности данных метаболитов. При этом можно проводить количественное определение с использованием стандарта, тогда содержание антоцианов будет выражаться в эквиваленте концентрации стандарта. Более доступным (поскольку отпадает необходимость в дорогостоящих стандартах) является определение содержания антоцианов по значениями оптической плотности, выражаемой в относительных единицах. Это особенно применимо в случае экстрактов из лепестков, как частей цветков, лишенных фотосинтезирующих пигментов, ввиду очевидного отсутствия вклада данных пигментов в оптические характеристики антоциановых вытяжек. На рисунке 4 представлены результаты определения оптической плотности экстрактов из лепестков клевера лугового, люпина гибридного и шиповника майского в

выявленных максимумах поглощения при использовании экстрагента в различных концентрациях.

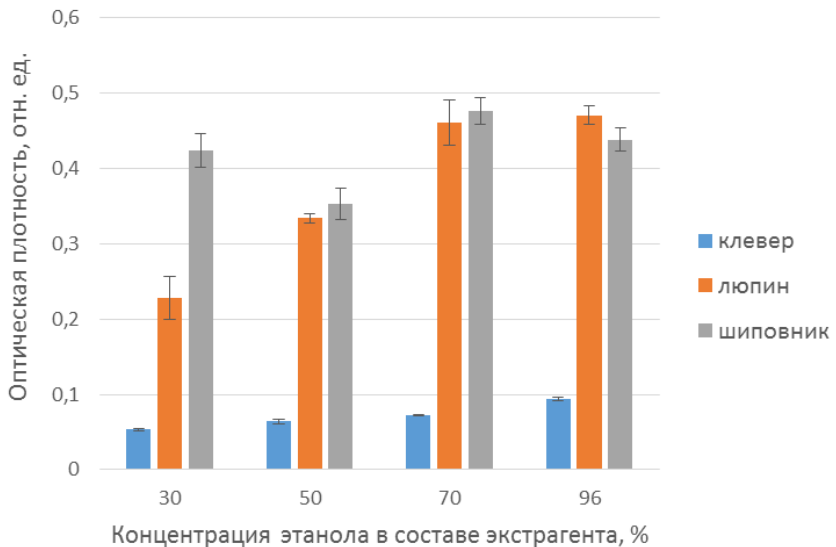


Рисунок 4. Влияние концентрации этанола в составе экстрагента на оптическую плотность экстрактов лепестков клевера лугового, люпина гибридного и шиповника майского в выявленных максимумах поглощения, соответствующих характеристическому для антоцианов диапазону поглощения

Для клевера лугового с увеличением концентрации этанола в составе экстрагента до 96% наблюдалось повышение эффективности экстракции антоцианов из лепестков. В случае люпина гибридного эффективность экстракции антоцианов из лепестков повышалась в ряду концентраций этанола от 30 до 70 %. При этом более высокий и приблизительно равный выход антоцианов из лепестков шиповника майского был зарегистрирован при использовании этанола в концентрациях 30, 70 и 96 %.

Таким образом, на основании полученных данных можно заключить, что наибольшим содержанием антоцианов, исходя из результатов прямой спектрофотометрии, характеризуются лепестки люпина гибридного и шиповника майского, тогда как содержание антоцианов в клевере луговом гораздо ниже. Концентрация этанола в составе экстрагента не сказывается на положении максимумов поглощения экстрактов, но оказывает выраженное влияние на эффективность извлечения антоцианов из лепестков. При этом

концентрационная зависимость обнаруживается для экстрактов из лепестков клевера и люпина. В антоциановых вытяжках из лепестков исследуемых растений доминируют различные антоцианы, о чем свидетельствуют различающиеся максимумы поглощения.

Литературные источники

1. Саввин, П.Н. Особенности выделения антоцианов спиртами алифатического ряда / П.Н. Саввин, К.С. Игнатова, А.Э. Ломакина // Вестник ВГУИТ. – 2015. – № 2. – С. 171–174.

2. Тыняная, И.И. Разделение, концентрирование и анализ антоцианов и бетацанинов в экстрактах растительного сырья с применением оптических и хроматографических методов. Диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук / И.И. Тыняная. – Белгород : НИУ «БелГУ», 2015. – 147 с.

3. Андреева, В.Ю. Сравнительное исследование фенольных соединений видов рода клевер (*Trifolium L.*) флоры Сибири / В.Ю. Андреева, Г.И. Калинин, Т.В. Полуэктова, В.А. Гуляева // Химия растительного сырья. – Томск, 2018. – № 1. – С. 97–104.

4. Болотов, В.М. Технология получения, свойства и применение пищевых красителей на основе природных антоциановых и каротиноидных соединений / В.М. Болотов, Е.В. Комарова, П.Н. Саввин // Вестник ТГТУ. – 2017. – № 1 (24). – С. 124–133.

О КОНЕЧНОМ КВАНТЕ МАССЫ, ИМПУЛЬСЕ И ЭНЕРГИИ ФОТОНА

Силкин Евгений Михайлович

кандидат технических наук

Общество с ограниченной ответственностью «ЭЛСИ»

г. Саранск, Россия

***Аннотация.** Статья основывается исключительно на доминирующих в науке или «официальных» физических представлениях, истинность которых, вероятно, подтверждается Нобелевскими премиями авторов идей (М. Планк, А. Эйнштейн, П. Дирак, А. Комптон, Г. Льюис, В. Гейзенберг, Л. де Бройль, В. Паули) по теме, современными учебными и научными изданиями, а также, в частности, материалами Генеральных конференций по мерам и весам (CGPM), и CODATA. Установлено, что импульс (а также и релятивистская масса, и энергия) фотона может быть определен через элементы представленных последовательностей, содержащих частоту и длину волны, с различными уровнями детализации или степени интеграции рассчитываемых «постоянных», выражаемых через «фундаментальные» константы. Приведены, в том числе, формулы для определения «импульса силы» и «конечного кванта массы» фотона, а также энергии (в степенных функциях) частоты и длины электромагнитной волны. Указано на постоянство частоты и длины волны в инвариантной «бесконечной» среде и зависимое обратно пропорциональное изменение частоты и длины волны при переходах из одной среды в другую с различными оптическими плотностями, а также на наличие процесса установления указанных параметров при непрерывном уменьшении импульса и энергии фотона. Предложены индикатор (показатель), определяющий знак изменения частоты и длины волны при таких переходах, и физическая модель для цуга электромагнитной волны в среде.*

***Ключевые слова:** квант, масса, импульс, энергия, цуг, электромагнитная волна, фотон, момент силы, импульс силы, момент инерции, скорость, время, постоянная.*

**ABOUT THE FINAL QUANTUM OF MASS, THE IMPULSE AND
ENERGY OF A PHOTON**

Annotation. *The article is based exclusively on the dominant in science or "official" physical concepts, the truth of which is probably confirmed by the Nobel Prizes of the authors of the ideas (M. Planck, A. Einstein, P. Dirac, A. Compton, G. Lewis, W. Heisenberg, L de Broglie, W. Pauli) on the topic, modern educational and scientific publications, as well as, in particular, the materials of the General Conferences on Weights and Measures (CGPM), and CODATA. It was found that the momentum (as well as the relativistic mass and energy) of a photon can be determined through the elements of the presented sequences containing frequency and wavelength, with different levels of detail or degree of integration of the calculated "constants" expressed in terms of "fundamental" constants. The formulas for determining the "impulse of force" and "final quantum of mass" of a photon, as well as the energy (in power functions) of the frequency and length of the electromagnetic wave are given. The constancy of the frequency and wavelength in an invariant "infinite" medium and the dependent inversely proportional change in frequency and wavelength during transitions from one medium to another with different optical densities, as well as the presence of the process of establishing these parameters with a continuous decrease in the momentum and photon energy are indicated. An indicator (exponent) is proposed that determines the sign of the change in frequency and wavelength during such transitions, and a physical model for a train of an electromagnetic wave in a medium.*

Keywords: *quantum, mass, pulse, energy, train, electromagnetic wave, photon, moment of power, impulse of force, moment of inertia, speed, time, constant.*

...Фундаментальные законы природы являются обобщением опытных фактов, постулатами, которые могут быть проверены в области применимости с доступной степенью точности, но не доказаны.

Н.Н. Малов

...Чистая математика занимается абстракциями... все ее величины суть, строго говоря, воображаемые величины... доведенные до крайности, превращаются в бессмысленность или в свою противоположность. Математическое бесконечное заимствовано из действительности, хотя и бессознательным образом, и поэтому оно может быть объяснено только из действительности, а не из самого себя, не из математической абстракции.

Ф. Энгельс

Одна из опасностей состоит в том, что парадигмы переживают свою полезность и даже не дают дышать новому созидательному подходу.

Т. С. Кун

Согласно современным представлениям о «полной энергии» материальных объектов, существовании «постоянной Планка» и отсутствии «массы покоя» у «энергетических квантов» (фотонов) величина энергии E последних может быть выражена (А. Эйнштейн, М. Планк, рис. 1) следующим образом [1- 7]:

$$E = p c = h \nu = h c \lambda^{-1}, \quad (1)$$

где c – электродинамическая (теория поля) постоянная, равная «скорости света в вакууме»; h – постоянная М.К. Планка; p – «релятивистский» импульс или «количество движения»; λ – длина волны; ν – частота фотона.



Рисунок 1. Нобелевские лауреаты (слева направо): В. Нернст, А. Эйнштейн, М. Планк, Р. Милликен, М. Лауэ

Из (1), вероятно, логично сделать выводы, что скорость (c) цуга электромагнитной (ЭМ) волны (или фотона, если он существует как «элементарная» частица) «строго» постоянная величина, не зависящая от свойств среды, количество движения (импульс) фотона определяется длиной волны, а энергия – длиной и частотой волны или только (?) частотой. Тем не менее, в [1] можно прочитать: «...Майкельсон нашел, что скорость света в воздухе $c = (299796 \pm 4)$ км/с... скорость света в различных веществах, как показывают

опыты, неодинакова. В воде... скорость света около 225000 км/с, в стекле... 200000 км/с... абсолютный показатель преломления воздуха... 1,0003... показатель преломления n указывает во сколько раз скорость света в вакууме (c) больше скорости света (V) в данном веществе...». В [2] читаем: «... свет распространяется в воздухе медленнее, чем в вакууме... при отношении скоростей, равно n , свет должен двигаться... по такому пути, чтобы отношение синусов... было равно отношению скоростей в двух средах... скорость света в воде и в стекле действительно меньше скорости в воздухе...». В [3] можно найти: «... отношение скорости световой волны в вакууме к фазовой скорости V в некоторой среде называется абсолютным показателем преломления этой среды... n ... значения показателя характеризуют оптическую плотность среды... В случае колебаний частоты ν длина волны в вакууме $\lambda_0 = c/\nu$. В среде, в которой фазовая скорость световой волны имеет значение $V = c/n$, длина волны имеет значение $\lambda = V/\nu = c/(\nu n) = \lambda_0/n$ ». В [4] же написано: «... удивительный результат $\langle E = p c: m_0 = 0 \rangle$ говорит о возможности существования физических объектов, обладающих импульсом и энергией, но лишенных массы покоя ...фотоны ...конечно, движутся со скоростью света $\langle v \text{ «вакууме» } (?) \rangle$, их импульс равен: $p = E/c$...». В [8] утверждается, что: «... фотоны не имеют электрического заряда... обладают нулевой массой покоя и, следовательно, не могут иметь скорости, отличной от скорости света... в среде они не могут замедляться... поглощаются, либо рассеиваются»... Интересно и продолжить цитирование (орфография во всех контекстах сохранена). В [9] отмечается: «Теоретически... установлено, что скорость движения... фотонов величина переменная и нелинейная... экспериментальным подтверждением этому являются работы, связанные с исследованием и разработкой лазерных стандартов частоты... все фотоны, у которых $\lambda < 3,39 \times 10^{-6}$ м движутся быстрее скорости света... Фотон это элементарная частица, неотъемлемыми свойствами которой являются масса и электрический заряд», а в [10] – «...опыт подтверждает... предположение: действительно длина и скорость распространения электромагнитной волны в воде в $n = \sqrt{\epsilon}$ раз \langle на показатель преломления \rangle меньше, чем в воздухе». В [11] читаем: «частота волны \langle фотона \rangle при переходе из одной среды в другую сохраняется, а длина волны изменяется», в [12] – «скорость света (300 тыс. км/с) не является константой и не является предельной скоростью во вселенной», в [13] – «изменение длины волны фотона $\Delta \lambda$ не зависит от длины волны падающего фотона $\langle ? \rangle$. Оно определяется только углом рассеяния... $\theta \langle ? \rangle$. При комптоновском рассеянии увеличивается длина волны фотона, т. е. уменьшается его частота (рис. 2). Это уменьшение частоты очевидное с точки зрения корпускулярной теории (уменьшение энергии фотона происходит за счет передачи части энергии электрону отдачи) не удавалось объяснить в классической электродинамике, где частота света при рассеянии не

должна изменяться», а в [14] – «...в физике конденсированного состояния распространение света в среде... происходит с меньшей скоростью, чем в вакууме... виртуальные фотоны должны двигаться на короткие расстояния ... со скоростью, отличной от скорости света – причем как с меньшей, так и с большей. Если... концепция подтвердится <?>, то возникнет необходимость переписать большую часть современной физики»...

Схема эксперимента:

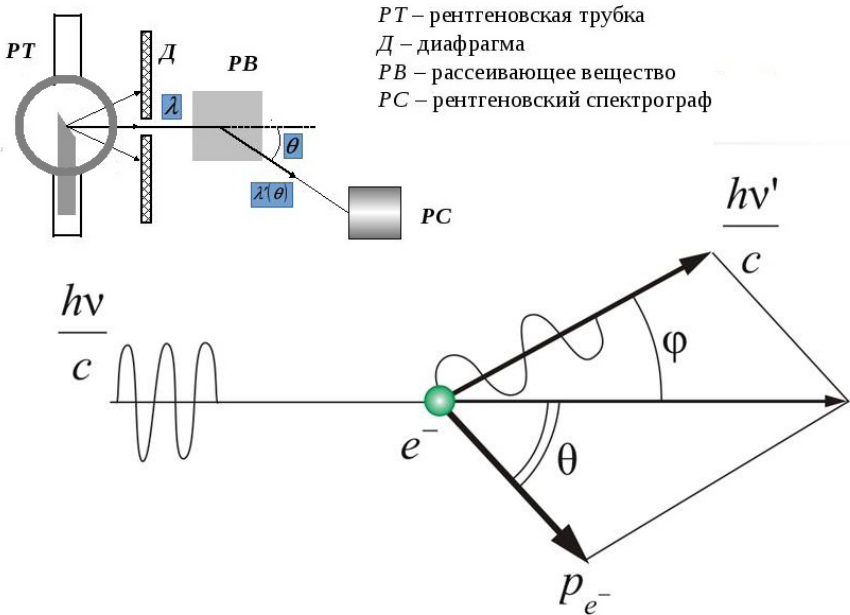


Рисунок 2. Эффект А.Х. Комптона

Отметим, что и если «постоянная Планка», будет доказано, не является константой или имеет другое численное значение, также придется «переписать» значительную часть физики, в т. ч. и ту часть, которая связана со скоростью света.

Приведем здесь еще одну характерную цитату [15] для того, чтобы выделить (установить, в какой-то мере) особенности некоторых применяемых типовых приемов доказательств по теме: «если рассматривать излучение, как газ фотонов, то тот факт, что плотность энергии... зависит только от температуры, но не от объема <?>, делает фотонный газ похожим на насыщенный пар... Нетрудно видеть, что размерность... постоянной h равна размерности

действия $[h] = \zeta \tau$ <где ζ – спектральная излучательная способность, τ – некоторое (?) время> ... в статистической физике постоянная h оказывается совпадающей с постоянной Планка, и ее появление в законах излучения связано <?> с существенной ролью в этих явлениях квантовых закономерностей... Рассмотрим теперь излучение как газ световых квантов, или фотонов, которые обладают следующими свойствами. Фотоны движутся со скоростью света в вакууме <?> и поэтому представляют собой частицы, не имеющие массы покоя <?> $m_0 = 0$ (это следует хотя бы из формулы для энергии $E = m_0 c^2 / (1 - V^2 / c^2)^{-1/2}$). Связь энергии с импульсом, имеющая для "обычных" частиц с $m_0 \neq 0$ вид $E^2 = m_0^2 c^4 + p^2 c^2$, для фотонов принимает вид $E = c p$. Фотоны имеют целочисленный спин, равный единице <?>, и поэтому являются бозонами. Это значит, что число фотонов в элементарной ячейке <фазового пространства> неограничено и может принимать любое <?> значение... полное число фотонов не фиксировано...».

И для полноты рассмотрения вопроса проанализируем также сведения из двух современных (новых) учебников – физики и светотехники [16, 17].

«Классический курс» (учебник физики для общеобразовательных учреждений, переиздан в 2021 г., 20 изд.) [16] рекомендован Минобрнауки РФ и имеет положительные заключения РАН (№ 10106-5215/15 от 31.10.2007) и РАО (№ 01-215/5/7д от 11.10.2007). В нем можно найти следующий контекст. «...Амплитуда волны в среде по мере удаления... от источника обязательно уменьшается, даже если... энергия не превращается во внутреннюю <среды> за счет действия в среде сил <увеличиваются размеры пространства, занимаемого ЭМ-волной и, также, (?) фотоном>. ...В основе <ЭМ> теории света лежит факт совпадения скорости света <с> со скоростью распространения электромагнитных волн <?>. ...Энергия, переносимая волной, а следовательно, и передаваемый объем информации пропорциональны четвертой степени частоты < $E \sim \nu^4$, не $E = h \nu$ >. ...Для образования интенсивных электромагнитных волн необходимо создать... колебания достаточно высокой частоты <?>. Излучение... происходит при ускоренном движении заряженных частиц. Напряженность электрического поля и магнитная индукция... волны пропорциональна ускорению излучающих частиц. Ускорение при гармонических колебаниях пропорционально квадрату частоты. Интенсивность <ЭМ> волны пропорциональна... < ν^4 > и убывает обратно пропорционально квадрату расстояния от источника. ...Волны отражаются от проводящих поверхностей <?> и преломляются на границе диэлектриков. Показатель преломления... равен отношению скоростей света в средах, на границе между которыми происходит преломление $n = V_1 / V_2$Он показывает, во сколько раз скорость света в вакууме <с> больше, чем в среде <V>, и равен отношению синуса угла падения к синусу угла преломления при переходе светового луча из вакуума в данную среду: $n = c / V$. Абсолютный ...<n> определяется

скоростью распространения света в данной среде. Которая $\langle V \rangle$ зависит от физических свойств и состояния среды, т. е. от температуры вещества, его плотности, наличия в нем упругих напряжений. Показатель... $\langle n \rangle$ зависит также и от длины волны света. Для красного света он меньше, чем для зеленого, а для зеленого меньше, чем для фиолетового. Луч красного света преломляется меньше из-за того, что красный свет имеет в веществе наибольшую скорость $\langle v \rangle$, а луч фиолетового цвета преломляется больше, так как скорость для фиолетового света наименьшая. Именно поэтому призма и разлагает свет $\langle v \rangle$. В пустоте скорости света разного цвета одинаковы $\langle v \rangle$. Если бы это было не так, то, к примеру, спутник Юпитера Ио, который наблюдал Ремер <О.К. Ремер, дат. астроном, установивший конечность распространения и впервые измеривший скорость света, 1676 г.>, казался бы красным в момент выхода спутника из тени $\langle v \rangle$. Но этого не наблюдается <однако в метagalacticке имеет место, например, «красное» смещение>. ... Основательно понять дисперсию смогли лишь после того, как была выяснена $\langle v \rangle$ зависимость цвета от частоты колебаний (или длины световой волны) $\langle v \rangle$. Выделив какую-либо часть спектра, например зеленую, и заставив свет пройти еще через одну призму, мы уже не получим дальнейшего изменения окраски $\langle v \rangle$Вследствие интерференции происходит перераспределение энергии в пространстве. Наличие минимума в данной точке интерференционной картины означает, что энергия сюда не поступает совсем. Волны могут гасить друг друга, а сталкивающиеся частицы никогда не уничтожают друг друга целиком <но фотон считается элементарной (?) частицей, предложение также отрицает аннигиляцию массовых «элементарных» частиц>. ...Атомы источников излучают свет независимо друг от друга отдельными «обрывками» (цугами) синусоидальных волн, имеющих обычно длину около метра $\langle v \rangle$. И такие цуги волн... налагаются друг на друга. В результате амплитуда $\langle v \rangle$ колебаний в любой точке пространства хаотично $\langle v \rangle$ меняется со временем... При переходе света из одной среды в другую длина волны изменяется. Это можно увидеть <приведен пример – кольца Ньютона>. ...При переходе света из вакуума в какую-нибудь среду скорость света уменьшается в n раз. Так как $V = \lambda v$, то при этом должна уменьшиться в n раз либо частота v , либо длина волны λИзменяется в n раз именно длина волны, а не частота <возможно, так как в противном случае, кажется, была бы неосуществима качественная радиосвязь, однако этот тезис не абсолютен, существенно же, что диэлектрическая проницаемость металлов очень велика и значительно превышает проницаемость воздуха>. ...Если амплитуды обеих отраженных волн <верхняя и внутренняя граница «тонкой» пленки> одинаковы или очень близки друг к другу, то гашение света будет полным. Гашение света светом не означает превращение световой энергии в другие формы... гашение волн друг другом в данной области пространства означа-

ет, что световая энергия сюда просто не поступает. Скорость света в вакууме определена экспериментально <?>. Она примерно <?> равна 300000 км/с. Во всех средах скорость света меньше, чем в вакууме. ...Была измерена скорость в различных прозрачных средах. Скорость света в воде была определена в 1856 г. Она оказалась в 4/3 раза меньше, чем в вакууме <света неизвестно какой (?) длины волны>. Во всех других веществах она также меньше... Показатель преломления... зависит от... цвета. Цвет же определяется частотой колебаний (или длиной световой волны)... Скорость света и длина волны уменьшаются при переходе из вакуума в среду. Частота колебаний при этом остается неизменной. Световые волны поперечны. Это доказано экспериментально <?> при наблюдении прохождения света через анизотропные среды – кристаллы. ...В природе существуют частицы, скорость которых равна скорости света. Это фотоны и различные типы нейтрино. Масса этих частиц равна нулю. Они не могут быть замедлены или ускорены <?>. Поэтому во всех инерциальных системах отсчета их импульс и энергия не равны нулю <?>. Энергия и импульс таких частиц связаны соотношениями $E = p c$ и $E^2 - p^2 c^2 = 0$. Эти соотношения экспериментально подтверждены <?>. Любое тело уже только благодаря факту своего существования обладает энергией, которая пропорциональна <?> его массе... Скорость света в вакууме <?> одинакова во всех инерциальных системах отсчета и не зависит ни от скорости источника, ни от скорости приемника светового сигнала... занимает, таким образом, особое положение. Более того, как вытекает из постулатов <СТО>, скорость света в вакууме является максимально возможной скоростью передачи взаимодействий в природе <но неизвестна скорость распространения гравитационных и «сильных» взаимодействий>... скорость электромагнитных волн в вакууме является строго определенной, постоянной величиной. ...Масса частицы не зависит от ее движения и остается одной и той же величиной <?> во всех инерциальных системах отсчета. Импульс частицы и ее энергия зависят от выбора системы отсчета, масса же всегда остается постоянной <фотон считают «стабильной» элементарной частицей>. Энергия излучения, приходящаяся на очень малые ($\nu \rightarrow 0$) и очень большие частоты ($\nu \rightarrow \infty$), ничтожно мала. Длина электромагнитных волн изменяется в широком диапазоне. Независимо от длины волны все... волны обладают одинаковыми свойствами. Существенные различия <?> наблюдаются при взаимодействии с веществом: коэффициенты поглощения и отражения зависят от длины волны. ...Опыт показывает, что при больших частотах плотность энергии становится малой, о чем свидетельствует характер спектра электромагнитного излучения <?>. ...Планк предположил, что атомы испускают электромагнитную энергию не непрерывно, а отдельными порциями – квантами. Энергия E каждой порции прямо пропорциональна частоте ν излучения: $E = h \nu$. Коэффициент пропорциональности h получил название посто-

янной Планка. После открытия Планка начала развиваться новая, самая современная и глубокая физическая теория – квантовая теория. Развитие ее не завершено и по сей день. ...Планк указал путь выхода из трудностей... но этот успех был обеспечен ценой отказа от законов классической физики применительно к микроскопическим системам и излучению <?>. ...Лишь явление фотоэффекта <?> показало, что свет имеет прерывистую структуру: излученная порция световой энергии $E = h \nu$ сохраняет свою индивидуальность <?> и в дальнейшем. Поглотиться может только вся порция целиком <противоречит в, частности, эффектам (?) Комптона>. ...У фотона нет собственной массы, он не существует в состоянии покоя и при рождении сразу имеет скорость c <фотон «рождается» (?) в веществе>. Масса, определяемая... – это масса движущегося фотона. По известной массе и скорости фотона можно найти его импульс: $p = m c = h \nu / c = h / \lambda$. Направление импульса фотона совпадает с направлением светового луча <?>. Давление света согласно электродинамике Максвелла возникает из-за действия силы Лоренца на электроны среды, колеблющиеся по действием электрического поля электромагнитной волны. С точки зрения квантовой теории <?> давление появляется в результате передачи телу импульсов фотонов при их поглощении. Напряженность электрического поля в электромагнитной волне, излучаемой лазером, превышает напряженность поля внутри атома. Теперь представим себе, что каким либо способом мы возбудили большую часть атомов среды. Тогда при прохождении через вещество электромагнитной волны с частотой $\nu = (E_2 - E_1) / h$ эта волна будет не ослабляться, а, напротив, усиливаться за счет индуцированного излучения. Под ее воздействием атомы согласованно переходят в низшие энергетические состояния, излучая волны, совпадающие <?> по частоте и фазе с падающей волной. Под индуцированным излучением понимается излучение возбужденных атомов под действием падающего на них света <при люминесценции – также>. Характерной особенностью этого излучения является то, что возникшая при индуцированном излучении световая волна не отличается от волны, падающей на атом, ни частотой, ни фазой, ни поляризацией <?>; таким образом, падающая и излученные волны являются когерентными...».

Приведенная цитата довольно объемная, однако автор, все-таки, посчитал необходимым ее привести, так как данный контекст исходя из «статуса» источника, вероятно, должен правильно (и однозначно) отражать весь комплекс современных физических представлений по рассматриваемому вопросу.

Отметим, что в текстах курса устанавливается и не прямая пропорциональность зависимости энергии ЭМ-волны от частоты (не в первой степени, утверждается, что энергия зависит от частоты в четвертой степени, наряду с приводимой формулой для энергии фотона через постоянную М. План-

ка), а также имеют место иные явные и существенные противоречия разных частей цитируемого источника друг другу и «официальной» физике, и многочисленные неточности. Сведения из учебника не позволяют, в т. ч., и однозначно определять (представлять или вычислить) частоту ЭМ-волны для оценки энергии фотона в среде по формуле М. Планка. Интересно, что Г. Герц в своих опытах с ЭМ-волнами также не мог установить ни длину (точно) ЭМ-волны, ни, тем более, частоту колебаний изобретенного им вибратора, а получал значения этих величин «расчетным путем», основываясь на постулате Д.К. Максвелла о неизменности скорости света в вакууме... Не обращаясь здесь к критике, можно утверждать (по мнению автора), что логике «классического курса» постичь, вероятно, невозможно.

В учебном пособии [17] для вузов написано: «На основании единства волновой и квантовой теории... сформулировано общее понятие излучения как материи особой формы, имеющей массу покоя, равную нулю, и распространяющейся в безвоздушном пространстве со скоростью 2998... Излучение представляет собой перенос энергии в виде... волн или частиц (фотонов). Каждая движущаяся частица имеет двоякую природу: волновую и корпускулярную. Она характеризуется не только массой, количеством движения (импульсом), энергией, но и некоторой длиной волны, которая зависит от массы частицы и ее скорости. Уравнение гармонической волны монохроматического излучения имеет вид: $\delta = \delta_c \sin \{2\pi(t - x/V)/T\}$, где δ_c – амплитуда напряженности электрического поля, не зависящая <?> от времени; T – время полного периода колебания; t – время распространения волны; x/V – отношение, определяющее запаздывание колебаний в исследуемой точке расположения источника излучения; x – расстояние от источника до... точки; V – скорость распространения колебаний... В среде с показателем преломления $n = 1$ скорость распространения электромагнитной волны равна скорости света в вакууме (c). При $n \neq 1$ скорость распространения электромагнитных колебаний равна: $V = c/n$... Минимальная порция энергии для данного монохроматического излучения называется квантом энергии: $E = h \nu$, или $E = h c / \lambda$... Фотоны обладают... также массой (m_p) и импульсом (p) <вектор>: $m_p = h \nu / c^2$ и $p = h \nu / c = h / \lambda$...».

Здесь следует обратить внимание на бездоказательность факта постоянства (независимости от времени) амплитуды напряженности электрического поля в приведенном уравнении «гармонической волны монохроматического излучения», отношения его к предмету анализа, и необоснованность примененного приема прямого расчета (независимого от свойств среды) частоты фотона через длину его волны и скорость света (в «безвоздушном пространстве») для энергии и импульса, при представлении об изменении скорости в среде с показателем преломления, отличным от единицы.

Возвращаясь к теме, отметим, что попытки установить, что постоянная

Планка (h) «не существует» или пересчитать ее значение предпринимались, вероятно, с момента самого появления этого понятия. Автор в [5- 7] также сделал альтернативный расчет «кванта действия», но не с целью обязательного получения какого-то иного значения (скорее наоборот), а из стремления оценить, насколько убедителен сам факт его реального существования и численной оценки. Ведь, с одной стороны, постоянная Планка вычисляется до двенадцатого и более знаков некоей иррациональной дроби при общем порядке в несколько десятков с минусом, а с другой стороны, допускают «редуцирование» значения в одной и той же системе единиц, применяя коэффициенты в виде иррациональных же чисел, изменяющих исходную величину почти на порядок... И, при этом, ведут расчеты энергий фотонов, например, из спектра видимого света, предельный диапазон значений которых по общепринятым представлениям не превышает двукратной величины... В некоторых случаях, возможно, это не меняет качественной картины и допустимо (и даже необходимо). Но как, например, оценить «неопределенности Гейзенберга», подставляя в формулы «пределов» все, что угодно? Альтернативный расчет автора, к его большому сожалению, дал для «кванта действия» величину: $h = 2,001787826112754 \times 10^{-34}$ Дж с., для редуцированного значения $-\hbar = 3,18594427547024 \times 10^{-35}$ Дж с, что отличается, приблизительно, только (но, все-таки, отличается) в 3 раза от «официальных» чисел (CODATA), соответственно равных: $h = 6,62607015 \times 10^{-34}$ Дж с и $\hbar = 1,05457180013 \times 10^{-34}$ Дж с. Можно обоснованно сомневаться в возможности экспериментального определения «постоянных» (опыты с фотоэлектронами, тормозным излучением и др., и, особенно, «эксперименты», подобные использующим такие эффекты, как эффект Б. Джозефсона, по мнению автора, они не могли быть осуществлены в реальности), величины которых далеко выходят за все возможные пределы точности и даже «чувствительности» существующих приборов. Хотя достаточно изменить некоторые численные коэффициенты в элементарной «методике расчета автора» (а с коэффициентами, в частности, в современной квантовой механике традиционно явно не все «благополучно») и получить «совпадение». Но такой путь нельзя считать приемлемым. Поэтому дальнейшие расчеты будут выполнены как для альтернативных, так и для «официальных» чисел.

Что же касается скорости (c) ЭМ-волны (или света), то дополнение «в вакууме», очевидно, является избыточным. Неизвестна (и невозможно установить) скорость распространения ЭМ-взаимодействия (и света) в «вакууме» (абстракция), как... и сам факт существования такого взаимодействия. Еще, например, И. Ньютон в XVII в. утверждал: «Предполагать... что тело может действовать на другое на любом расстоянии в пустом пространстве, – это, по-моему, такой абсурд, который немислим ни для кого, умеющего достаточно разбираться в философских предметах...». В [1] по этому вопро-

су (зависимости скорости света от среды, в которой он существует) сделана попытка устранить одно противоречие, но возникли, как минимум, два новых. Если длина волны λ_0 фотона (ЭМ-волны) при переходе из «вакуума» в среду увеличивается в n раз, а скорость его снижается в n раз, то энергия уменьшается n^2 раз (при уменьшении импульса фотона $p = h/\lambda_0$ в n раз). Здесь кажется все логичным, не считая того, что частота ν должна снизиться в n^2 раз (в [3, 10, 11, 16], например, устанавливается неизменность (?) частоты). По формуле М. Планка $E = h\nu$ энергия фотона уменьшится в n^2 раз (импульс фотона согласно выражению $p = h/\lambda = h\lambda_0^{-1}n^{-1}$ после перехода из «вакуума» в среду станет (?) постоянным). В реальности энергия цуга ЭМ-волны в веществе может снизиться до нуля. И неясно течение процесса изменений во времени (имеет ли место «переходный» режим или преломление на границе раздела сред в условиях действия фундаментальных законов сохранения импульса и энергии, точно неизвестно, что далее происходит со скоростью фотона, длиной волны и частотой по мере снижения энергии). Кроме того, в оптически более плотной среде длина волны может и уменьшаться [3, 16] (обратный эффект А. Комптона или, в частности, «эксперимент» в [10], а также «кольца Ньютона» [16]). Следовательно, из толкования смысла представлений [1, 2] необходимо допускать «накачку» фотона и, что скорость его станет (или может быть) больше значения c . Последнее уже является определенным противоречием. Однако квадратичную (нелинейную) зависимость частоты [5- 7] от других параметров и возможное превышение фотоном скорости света в оптически плотной среде нельзя бездоказательно отвергать (считается, что, в частности, продольная звуковая волна «без среды» не распространяется, а скорость ее увеличивается с возрастанием приведенной плотности среды, и из корпускулярной теории света И. Ньютона прямо следует, что скорость его в более плотных средах должна быть больше, то же упоминается и в [2], дисперсионное уравнение для волны, а явление поляризации света не является достаточным доказательством поперечности ЭМ-волн). В опытах А. Майкельсона точность определения c составляла ± 4 км/с. Установленная А. Майкельсоном величина скорости света 299792... 299800 км/с незначительно отличается от принятого сегодня «официального» значения для «вакуума» – 299792458 м/с, а по [1] в атмосфере Земли она должна быть меньше, как минимум, на 90 км/с (299702 = 299792/ 1,0003 км/с). Заметим, что практически все известные результаты альтернативных измерений скорости света давали для c более 300 тыс. км/с. (как, впрочем, и верхний предел результата А. Майкельсона превышает скорость света «в вакууме»). В [10] считалось, что частота ЭМ-волны в воде оставалась равной частоте (?) генератора – 430 МГц. При этом длина волны в воде и скорость, якобы, одновременно уменьшились, приблизительно, в 9 раз (?) относительно соответствующих значений в воздухе. В принципе, уменьшение длины

ЭМ-волны при входе в оптически плотную среду является «более вероятным» процессом, так как вещество для цугов (ЭМ-волны) представляет собой своеобразную «сетку-сепаратор». Еще с начала нашей эры науке известны «особенности поведения» света (световых волн), позднее выразившиеся в, так называемых, принципах «наименьшего пути» (Герон) и «наименьшего времени» (П. Ферма и Гюйгенс-Френеля, а также закон В. Снеллиуса). В этой связи заметим, что А. Комптон в своих «макроэкспериментах» (1923 г.) мог видеть не «увеличение» длины волны (видел то, что хотел увидеть, тем более что это «наблюдалось» уже не в среде, где происходило изменение) отдельных (?) «рассеивающихся» фотонов, а отраженные исходные фотоны и «новые» фотоны, переизлученные веществом подложки (например, в результате флуоресценции, явление это активно изучается только с конца 40-х годов XX века, «стоксова» и «антистоксова» люминесценция, соответственно «прямой» и «обратный» эффекты Комптона, индуцированное или стимулированное излучение в лазерах – также частный случай люминесценции, когда излученная ЭМ-волна когерентна падающей или, точнее, «стимулирующей» волне, исходному цугу или фотону). Неправильная интерпретация сложных физических экспериментов (особенно когда выводы из них невозможно ни доказать, ни убедительно опровергнуть) довольно частое явление. Д. П. Томсон (Нобелевская премия «за экспериментальное открытие дифракции электронов на кристаллах», 1937 г.), не исключено, наблюдал (1927 г.) не «дифракцию электронов» (рис. 3), а дифракцию «вторичных» рентгеновских лучей, генерируемых при торможении электронов на краях, используемой им алюминиевой мишени. Здесь следует упомянуть и известную гипотезу «о снижении скорости света, распространяющегося в среде» за счет, якобы, элементарных последовательных переизлучений фотонов частицами вещества. Несостоятельность подобного представления очевидна (люминесценция и направленное движение исходного фотона в среде – это разные физические процессы, с совершенно различными временными пределами, и не только). Кроме того, в рассматриваемом случае свет (цуг ЭМ-волны) не может существовать и «в вакууме» (в пространстве без вещества). Отметим также, что особенности «стоксова сдвига» при люминесценции (разница длин волн спектров поглощения и излучения), считается, доказывают «нелинейную зависимость энергии фотона от длины волны» (и, следовательно, [5- 7] от частоты).

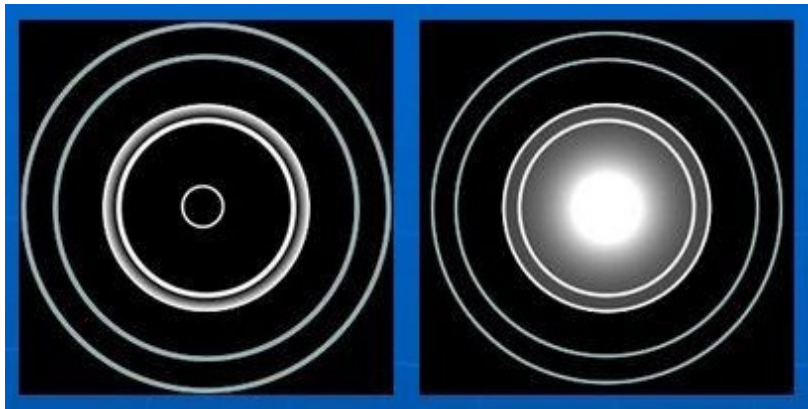


Рисунок 3. Дифракция рентгеновских лучей и электронов по Д.П. Томсону

Вывод же о постоянстве частоты и изменении длины ЭМ-волны при переходах из одной среды в другую [3, 10, 11, 16] фактически устанавливает, что энергия цуга не определяется его частотой, и также позволяет допустить превышение скорости света в «вакууме» [3, 10, 11] и зависимость ее [3, 11, 16, 17] от среды (если длина волны связана с частотой через скорость света). Кроме того, подобное представление прямо противоречило бы формуле для энергии фотона М. Планка, согласно которой при неизменности частоты энергия также остается постоянной (и, в частности, СТО, при снижении импульса энергия уменьшается), и ставило бы под сомнение само существование константы и соответствия формулы Планка физической реальности. Остается, в этом случае, загадкой и что происходит в неизменяющейся среде при непрерывном изменении энергии фотона, имеющем место в реальности (отсутствие такого изменения, заметим, делает фотон «невидимым», исключает его силовое действие-давление и наличие у фотона импульса). Представление о постоянстве частоты, вероятно, обусловлено анализом известного выражения для импульса фотона через длину λ волны: $p = h/\lambda$ (как и вывод об одновременном увеличении длины волны и снижении скорости фотона при переходе из «вакуума» в среду [1, 2], $\lambda = h/p$ – известная формула Л. де Бройля для установления «длины волны микрочастицы»). Однако импульс фотона (кг м/с, Н м/с, Дж с/м) определяется и через частоту волны ν , например, следующей зависимостью (и это более «правильная» формула):

$$p = h \nu / c ,$$

а энергия, соответственно, через длину волны λ :

$$E = p c = h \nu = h c^{-1} \nu c = h (c \lambda)^{-1} c^2 = h c / \lambda \dots$$

Для импульса фотона p можно было бы записать и такое уравнение (в

форме, по существу, двух бесконечных последовательностей), в котором эта величина зависит и от длины волны λ , и от частоты ν :

$$p = h c^{\kappa} \lambda^{\kappa-1} \nu^{\kappa} = h c^{\kappa} \lambda^{-(\kappa+1)} \nu^{\kappa} : \kappa \in \{1, 2, 3, \dots, \infty\}. \quad (2)$$

Величины $h c^{\kappa}$ и $h c^{\kappa} \lambda^{\kappa-1}$ являются константами (если h и c константы). Некоторые из этих постоянных сегодня даже известны и имеют соответствующую размерность. Константа $\mu = h c = 6,001208927848191 \times 10^{-26}$ Дж м ($1,986445857148928 \times 10^{-25}$ при «точном» значении $h = 6,62607015 \times 10^{-34}$ Дж с) [7], например, имеет размерность момента инерции (кг м², Дж с², Н м², кг м³ с⁻², Дж м, Кл² м Ф⁻¹, Кл² м⁻¹ Гн). Эта постоянная включена в одну из формул для энергии фотона и в выражение для его импульса [5- 7]:

$$E = \mu (c \lambda)^{-1} V ; \\ p = \mu (c \lambda)^{-1} = \mu (V \lambda)^{-1} = \mu \nu^1 \lambda^{-2} ,$$

где V – скорость фотона в веществе. Она же входит и в выражения для «постоянной тонкой структуры» α (безразмерная фундаментальная константа, $\alpha = 7,2977352569311 \times 10^{-3}$, CODATA с 2018 г.) и «планковского заряда» $q = 1,87554 \times 10^{-18}$ Кл (в виде не обозначенного произведения $h \times c$):

$$\alpha = e^2 (2 \varepsilon_0 h c)^{-1} = e^2 (2 \varepsilon_0 \mu)^{-1} ; \\ q = (2 \varepsilon_0 h c)^{1/2} = (2 \varepsilon_0 \mu)^{1/2} ,$$

где e – элементарный заряд (приблизительно, заряд электрона, $e = 1,602176634 \times 10^{-19}$ Кл), ε_0 – диэлектрическая проницаемость «вакуума» (диэлектрическая или электрическая постоянная, $\varepsilon_0 = (4 c^2)^{-1} \times 10^7 = 8,85418781762039 \times 10^{-12}$ Ф/ м или м/ Гн).

Таким образом, приведенный момент инерции фотона (момент энергии, пространственный квант действия, квант действия второго или третьего (?) порядка [5-7]) μ равен:

$$\mu = h c = 3 \cdot 2^{-1} k b = e^2 (2 \varepsilon_0 \alpha)^{-1} = 2^{-1} q^2 \varepsilon_0^{-1} = const : h = const \text{ и } c = const ,$$

где k – постоянная Больцмана, b – постоянная Вина.

Константа $s = h/ c = 6,677245449959765 \times 10^{-43}$ Дж (2,210219094304233 $\times 10^{-42}$ для «точного» значения h , CODATA, кг м, кгс м, Н м, Дж, «редуцированные» значения для константы Дирака или Планка-Дирака \hbar здесь не приводятся) – «конечный квант энергии» [5- 7].

Длина волны λ (координата, пространство) и частота ν (период, время) абсолютно равноправны (или следует так считать, энергия и импульс цуга ЭМ-волны зависят от них в комплексе, либо «не зависят» совсем ни от того, ни от другого). Поэтому изменение одной величины должно приводить к обратному пропорциональному изменению второй (если, в т. ч., $c = V = const$). Выражения энергии (E): $h \nu$ и $\mu \lambda^{-1}$ для фотона поэтому... идентичны. Какой-либо особой функции и какого-то «преимущества» [16] частоты ν перед длиной волны λ (и наоборот) нет, и не может быть. Если по любой причине мы перестанем пользоваться формулой М. Планка и заменим ее на $E = \mu/ \lambda$, в сегодняшнем нашем представлении о природе ЭМ-волн равным счетом

ничего не изменится (хотя, наверное, упростятся, станут более удобными арифметические операции с порядками величин и, если раскрывать μ , расчет будет немного «правильнее» [7] при условии $c = V \neq const$).

Это следует и из (2), и, очевидно, из равенства для импульса фотона:

$$p = h \lambda^{-1} = h c^{-1} \nu = h V^{-1} \nu,$$

(и также следствий из всеобщих законов М-ЛФ).

Важный, последний сделанный вывод, все-таки, достаточно тривиален, так как импульс и энергия, конечно, зависят (по определению) от скорости, а произведение $\lambda \times \nu$, – это и есть по современным «официальным» представлениям скорость (c или V) фотона в направлении переноса энергии.

Отметим, однако, что существуют гипотезы о сложном «движении фотона <цуга ЭМ-волны> по циклоиде» (например, и изложенная в [9]). Длиной волны λ^* в них называют «шаг или период циклоиды». При входе в среду другой оптической плотности «шаг циклоиды» (λ^*) изменяется (циклоида «сжимается» или «расправляется»). В таком случае прямой зависимости λ^* и ν не будет. Мы это здесь не рассматриваем, так как потребовалось бы изменение всех исходных установок и цели статьи.

В [4, 8, 15, 16] утверждается, что фотоны в среде не могут замедляться и имеют постоянную (и максимальную) скорость, равную «скорости света в вакууме». Аргументами являются: отсутствие массы покоя [4, 8, 15, 16] и электрического (?) заряда [8]. Но стоит заметить, что наличие конечных импульса p и энергии E при стремящейся к нулю массе означает скорее стремление к бесконечной скорости движения (при нулевой же массе импульс и энергия по определению равны нулю). Поэтому «конечной максимальной» скорости (c) должна, очевидно, соответствовать некая конечная минимальная масса (m) или ее какой-либо «эквивалент» (а если импульс и энергия квантуются, – то конечный «квант массы» m или какой-то «эквивалент кванта массы»):

$$m \leftrightarrow c ; \\ m \leftrightarrow \hbar \leftrightarrow s \leftrightarrow h \leftrightarrow \mu ,$$

где \hbar – импульс силы (Н с) или конечный (минимальный) импульс (квант импульса силы, квант импульса, минимальный «конечный квант момента импульса» или «конечный квант действия»). Размерность импульса силы \hbar (Н с, кг с, кгс с) может быть приведена к размерности момента «количества движения» (импульса) или «действия» в «официальной» трактовке – кг м² с⁻¹ (Дж с), т. е., к размерности постоянной Планка.

Релятивистская масса m_r [5- 7] фотона, вероятно, «составляется» из этих конечных «квантов массы» m :

$$m_r = \hbar \nu = s \lambda^{-1} = \mu \lambda^{-2} \nu^1 c^{-1} = \mu \lambda^{-1} c^{-2} = \mu \nu c^{-3} = \dots = N m ; \\ m_r = h c^{-(z+1)} \lambda^{z-1} \nu^z = h c^{z-1} \lambda^{-(z+1)} \nu^{-z} : z \in \{0, 1, 2, \dots, \infty\} ,$$

где N – целое число.

Используя любое из выражений для импульса или релятивистской массы фотона, можно аналогично записать выражения и для энергии через его скорость, длину и частоту волны (с коэффициентами пропорциональности из ряда констант: конечная масса, импульс силы, квант энергии...).

Импульс силы \hbar (истинный «конечный» квант действия) определяется из зависимости:

$$\hbar = \mu c^3 = h c^2 = s c^{-1}.$$

Значение постоянной \hbar : $2,227289336811018 \times 10^{-51}$ Н с ($7,3724973238127 \times 10^{-51}$ для «официального» h , Н с, кгс с, кг м/с). Импульс силы (в классической механике) величина векторная, а «действие» в физике – скаляр.

И конечный (минимальный) «квант массы» m фотона составляет:

$$m = \mu c^4 = h c^3 = s c^2 = \hbar c^{-1}.$$

Численное значение константы m равно: $7,43145235531635 \times 10^{-60}$ кг ($\text{Н с}^2 \text{ м}^{-1}$) или $\text{кг с}^2 \text{ м}^{-1}$ ($2,45920039916838 \times 10^{-59}$ для «официального» h , кг, $\text{Н с}^2 \text{ м}^{-1}$, $\text{кг с}^2 \text{ м}^{-1}$). Интересно, что известны попытки «экспериментально» определить массу фотона (не была установлена). Она (если фотон обладает массой), сделано заключение, может быть только менее $1... 5 \times 10^{-60}$ г. Но наличие массы, возможно, означает и наличие электрического заряда (в некоторых современных представлениях фотон – это «структура», состоящая из заряженных нейтрино и антинейтрино и обладает зарядом, в [9] же находим следующий текст: «В эфиродинамических моделях элементарные частицы трактуются как замкнутые вихревые образования (кольца), в стенках которых эфир существенно уплотнён, а элементарные частицы, атомы и молекулы, – это конструкции, объединяющие такие вихри... при допущении равенства плотности эфира в данных частицах масса фотона оценивается величиной 10^{-40} кг... для фотона рентгеновского диапазона, длиной волны ориентировочно 10^{-9} м, величина электрического заряда равна $0,80108831$ Кл... », а автор выше выразил «приведенный момент инерции» через заряд и ввел размерность, $\text{Кл}^2 \text{ м Ф}^{-1}$ или $\text{Кл}^2 \text{ м}^{-1} \text{ Гн}$, таким образом, можно определить соответствующую размерность и «массы» фотона, и «кванта массы»).

Следует отметить, что определение «кванта импульса силы» \hbar фотона позволяет сделать вывод: постоянная Планка h , скорее всего, не является «конечным квантом момента импульса» или «наименьшим, не уменьшаемым и не стягиваемым... квантом действия в природе».

Из рассмотрения уравнения для энергии фотона, учитывающее его импульс силы:

$$E = \hbar \nu c^2 = \hbar (\nu^2 \lambda^{-1} c^{-1}) c^2 = \hbar \lambda^{-1} c^3 = \hbar (\lambda^{-1} c) c^2, \quad (3)$$

можно констатировать, что размерность «действия в природе» или физике (и конечный «квант действия» в реальном «квантовом мире», и не квантовом также), все-таки, должна выражаться в единицах (исходных) импульса силы (Н с), а не в единицах момента ($\text{кг м}^2 \text{ с}^{-1}$, Дж с) «количества движения»

(несмотря на возможность элементарного «приведения» размерностей, фактическую их «эквивалентность»). Постоянная \hbar имеет существенно более низкий порядок величины, а выражение (3) учитывает зависимость энергии фотона и от скорости его в среде (если такая зависимость скорости от свойств среды имеет [1- 3, 9, 10, 12-14, 16, 17] место), следовательно, может точнее отражать физическую реальность.

Приведем еще одно выражение для энергии фотона (энергия также может быть, как отмечено выше, определена через элементы последовательностей, содержащих частоту и длину волны, аналогично импульсу фотона и массе):

$$E = m \lambda v^2 c^2 = (m \lambda v c^2) v = (m \lambda v V^2) v = \dots \hbar v . \quad (4)$$

Формула (4) позволяет проанализировать любое представление о поведении фотона в среде (не выходя за пределы «официальных» физических представлений). Из (4), в частности, следует, что длина волны λ и частота v не могут изменяться независимо друг от друга (т. е., снижение одной величины должно приводить к... равному увеличению другой и, наоборот).

Постоянная Планка согласно (4) определяется уравнением:

$$\hbar = m \lambda v c^2 = m \lambda^2 v^2 c = m c^3 = m \lambda v V^2 = m \lambda^2 v^2 V = m V^3 = 2 \pi \hbar , \quad (5)$$

где π – иррациональное число 3,141592653589793...

В соответствии с «официальными» представлениями в формуле (5) две величины (λ , v) могут быть переменными (но их произведение, вероятно, дает фундаментальную константу c), с полуофициальными и альтернативными – одна или три, а по традиции от М-ЛФ, допустимо, и все четыре. А то же, что может иметь место на самом деле будет изложено в следующей части работы.

Здесь же коротко скажем о переходном процессе установления параметров фотона при переходе из одной среды в другую, показателе (индикаторе) изменения оптической плотности среды для фотона заданной длины волны (и, соответственно, частоты) и физической модели поведения фотона в среде.

Наличие переходного процесса очевидно, и не требует доказательства. Иное противоречило бы законам сохранения импульса и энергии (вытекает из элементарного анализа, о переходном процессе упоминается и в [2]). Следовательно, длина и частота цуга ЭМ-волны в «бесконечной» среде с неизменными параметрами должны устанавливаться не сразу, а по истечении некоторого интервала времени (времени переходного процесса, что следует из «официальных» физических представлений) и, соответственно, на некотором расстоянии от границы раздела сред. Энергию же фотон (цуг ЭМ-волны) в среде теряет непрерывно. Последнее согласуется, в частности, и с представлениями [2]. Также цуги ЭМ-волн могут разделяться и, при определенных условиях, соединяться, усиливать и гасить друг друга с перераспределением энергии.

При переходе в оптически более плотную среду (для конкретного цуга ЭМ-волны) условная частота фотона (цуга) возрастает, а эквивалентная дли-

на волны уменьшается. При переходе в менее оптически плотную среду, вероятно, будет иметь место обратный процесс. Однако это никак не связано с движением цуга в пространстве в «направлении переноса энергии». Нет необходимости привлекать к объяснению «красного смещения» гипотезу о расширении вселенной. Также нельзя по степени выраженности эффекта судить и о скорости движения отдельных галактик, и космических расстояниях (удаленности объектов от наблюдателя). Очевидно, что плотность межзвездного вещества различна в разных частях метagalактики.

Физической моделью поведения цуга ЭМ-волны в среде может быть демпфированный (электрический) колебательный контур с потерями, не превышающими критические. Известно, что реальный контур теряет энергию в свободном (затухающем) процессе при постоянстве временных характеристик. Хотя известны попытки [1] представлять физический процесс несколько иначе. Контур же и есть источник ЭМ-волн. Как пользоваться этой моделью (и что из нее следует) для изучаемого здесь материального объекта также будет показано в следующей части цикла.

Вычисленные в статье постоянные (при $h = const$ и $c = const$) сведены в таблицу (редуцирование уменьшает порядок соответствующей величины за счет деления на безразмерный коэффициент, но не изменяет сути изложения, поэтому результат приведен только для h).

Таблица.

Конечные константы для определения энергетических характеристик фотона

Величина (конечного) кванта	Обозначение	Единица (СИ) измерения	Численное значение	
			1. (для вычисленной h)	2. (для h от CODATA)
Момент инерции фотона	μ	Дж/м, Дж с ² , кг м ²	6,001208927848191 × 10 ⁻²⁶	1,986445857148928 × 10 ⁻²⁵
Постоянная Планка	h	Дж с, кг м ² /с	2,001787826112754 × 10 ⁻³⁴	6,62607015 × 10 ⁻³⁴
Редуцированная Дирака	\hbar	Дж с, кг м ² /с	3,18594427547024 × 10 ⁻³⁵	1,05457180013 × 10 ⁻³⁴
Минимальная энергия	s	Дж, Н м, кг м ² /с ²	6,677245449959765 × 10 ⁻⁴³	2,210219094304233 × 10 ⁻⁴²
Конечный импульс силы	\hbar	Н с, кгс с	2,227289336811018 × 10 ⁻⁵¹	7,3724973238127 × 10 ⁻⁵¹
Минимальная масса	m	кг, Н с ² /м	7,43145235531635 × 10 ⁻⁶⁰	2,45920039916838 × 10 ⁻⁵⁹

И в заключение этой части заметим, что основные законы М-ЛФ (всеобщие законы природы: единства и борьбы, или «взаимопроникновения» противоположностей, перехода количественных изменений в качественные и «обратно», отрицания отрицания, – спиралевидности и поступательности развития), безусловно, являются справедливыми и не могут быть поставлены под сомнение. Но и то, все-таки, для формулировок, допускающих «правильную» интерпретацию. Например, «развитие» (как некое движение, в этом мы убеждаемся постоянно) может не быть только... прогрессом... «Классическая» М-ЛФ выделяет «материю и движение (так называемую энергию)»: «...все качественные различия в природе основываются либо на различном химическом составе, либо на различных количествах или формах движения (энергии)... Движение, рассматриваемое в самом общем смысле слова, т. е. понимаемое как способ существования материи... <ее неотъемлемое, как и масса покоя, свойство, под количеством же движения или «меры силы» подразумевают в М-ЛФ и импульс, и энергию> внутренне присущий материи атрибут»... Уравнение И.В. Мещерского – это только одна из форм записи второго закона Ньютона в общем виде, «характеризующего причину движения». Сам И. Ньютон представлял закон как: $F = d p / dt = d(MV) / dt$, где F – сила, $M(t)$ – масса движущегося с ускорением тела, t – время... Абсурдно предполагать (и считать), что «условные» частота и длина ЭМ-волны любого цуга в «вероятностном мире» однозначно связаны через некую электродинамическую константу, «определяющую» лишь «один из видов <или, точнее, направлений> движения»... Волны низкой частоты и, в частности, «фотоны» рентгеновского излучения легко «проходят» через металлическую пластину (заданного вида металла и заданной толщины), а для ЭМ-волн средних частот и видимого света она может представлять собой «непреодолимое» препятствие. Однако существенно, что «механизм проникновения» волны в металл, при этом, различный... «Закон внешнего фотоэффекта» А. Эйнштейна не объясняет «красную границу», да и сам процесс (как и, якобы, «классическая» электродинамика), не доказывает существование фотона и, вообще, квантов, как таковых, и, тем более, линейную зависимость их энергии от частоты (и, что $h = \text{const}$)... Электрон (позитрон), по современным представлениям, – элементарная частица, имеющая «массу покоя», не имеет никакой структуры и формы (?), может обладать энергией (движения, приобретать ее)... «в связанном состоянии», а фотон, не имеющий «массы покоя», но «обладающий <как считается, но не всегда> структурой» элементарной (?) «частицы», может «приобретать» (и переносить) любую энергию, но с «конечной скоростью», на любые расстояния... Однако на создание и поддержание структуры (вещество, масса, материя по М-ЛФ) необходима энергия, в то время как энергия не «нуждается» в структуре. И, как не парадоксально, очевидно, что структурирование (самоорганизация)

возникает (имеет место) именно на временных этапах энергетической нестационарности (или даже нестабильности) состояния материи... Вещество (масса) и энергия не «эквивалентны», а представляют собой, скорее, существующие в «перманентном антагонизме противоположности» единого – материи (в более широком понимании, в соответствии со вторым законом М-ЛФ и с принципами Мопертюи и Гамильтона, а также – «наименьшего пути» и/или «наименьшего времени»...). Поэтому-то и невозможно «получить избыточную» энергию при синтезе структуры (и «работающий» так называемый «дефект массы»). Солнце – это, в первую очередь, конечно, ядерный «реактор». А «тяжелые» элементы не «образованы в недрах некогда существовавших звезд» (вещество Солнца и Земли, и всей звездной системы исходно «идентично» по составу, а термоядерная реакция неосуществима без своего «начала»)... И фотоны, и так называемые глюоны «атомных ядер» и «составных элементарных частиц – нуклонов», а также гипотетические гравитоны и тахионы (дромотроны), несомненно, – ЭМ-волны (если принимать за истину физическую реальность кварков, атомного ядра и различие видов взаимодействий)... Проблема существования постоянной Планка (h и \hbar) – это, как можно утверждать, и «проблема доказательства постоянства» электродинамической (c) константы (или, вернее, некоторого ограничения на максимальную скорость распространения взаимодействия в природе). Вероятно, что здесь имеет место и не совсем простая дилемма. Статус (фундаментальной) электродинамической постоянной c (скорости света) в физике довольно необычен при ее выраженной «особой роли» или «особом положении» (в отличие от постоянной Планка): ей позволяют быть константой, как правило, только в иллюзорной среде – в вакууме (и то не всегда). Отношение же $c^{\kappa} h \rightarrow 0$ при $\kappa \rightarrow \infty$ – в «обычном мире», и $c = A h$ (или $h = c/A$, где A – размерное целое число) – в «квантовом» (без «вакуума»). Можно ли, в таком случае, ее (c) вообще называть константой и утверждать, что она на самом деле существует?

Литература

1. Перышкин А.В. Курс физики. Часть 3. Электричество, оптика и строение атома. Издание 8. - М.: Госуд. учеб.-педагогич. изд-во Министерства просвещения РСФСР, 1962. - 336 с.
2. Фейнман Р., Лейтон Р., Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. Том 3, 4. - М.: Мир, 1976. - 496 с.
3. Савельев И.В. Курс общей физики. Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. Том 2. - М.: Наука, 1978. - 480 с.
4. Гершензон Е.М., Малов Н.Н. Курс общей физики. Механика. - М.: Просвещение, 1979. - 240 с.

5. Силкин Е.М. Кванты действия и минимальный квант энергии// *Наука и инновации – современные концепции. Сб. стат. Международ. науч. форума (г. Москва, 30 июля 2021 г.)*. - М.: Инфинити, 2021. - С. 72-81.

6. Силкин Е.М. Постоянная Планка, пространственный квант действия и минимальный квант энергии// *Высшая школа: научные исследования. Матер. Межвуз. Международ. конгресса (г. Москва, 5 августа 2021 г.)*. - М.: Инфинити, 2021. - С. 64-78.

7. Силкин Е, Силкин А. О конечном кванте энергии, постоянной Планка, моменте инерции и массе фотона// *Полупроводниковая светотехника*. - 2021. - № 4. - С. 18- 25.

8. Взаимодействие фотонов с веществом [Электронный ресурс]. URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru/ihem03> (дата обращения 14.07.2021).

9. Лямин В.С., Лямин Д.В. Физическая сущность постоянной Планка. *Наука 2000+* [Электронный ресурс]. URL: <http://наука2000.com> (дата обращения 01.06.2021).

10. Майер В.В. Энергия и скорость электромагнитной волны [Электронный ресурс]. URL: <https://fiz.1sept.ru>. (дата обращения 10.08.2021).

11. Электромагнитный спектр [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.m.wikipedia.org> (дата обращения 07.08.2021).

12. *Physicists Have Broken The Speed of Light With Pulses Inside Hot Plasma* [Электронный ресурс]. URL: <https://sciencealert.com> (дата обращения 11.08.2021).

13. Квантовые свойства излучения и частиц [Электронный ресурс]. URL: <http://nuclphys.sinp.msu.ru> (дата обращения 10.08.2021).

14. Переменная скорость света [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.m.wikipedia.org> (дата обращения 07.08.2021).

15. Румер Ю.Б., Рывкин М.Ш. *Термодинамика, статистическая физика и кинетика*. - Новосибирск: Изд-во Новосиб. ун-та, 2001. - 608 с.

16. *Физика (Классический курс): учеб. для общеобразоват. учреждений/ Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин; под ред. В.Н. Николаева, Н.А. Парфентьевой*. - 19-е изд. - М.: Просвещение, 2010. - 399 с.

17. *Абрамова Л.В. Основы светотехники: Учеб. пособие. 2-е изд. доп. и перераб.* - Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2000. - 108 с.

УВЕЛИЧЕНИЕ ДАЛЬНОСТИ ОБЪЕКТОВ В МНОГОКАНАЛЬНОЙ ИМПУЛЬСНОЙ БОРТОВОЙ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ

Якимов Александр Николаевич

доктор технических наук, профессор

Хабаров Павел Анатольевич

кандидат технических наук, доцент

Шелест Дмитрий Константинович

доктор технических наук, профессор

Михайлов Александр Николаевич

доктор технических наук, профессор

Санкт-Петербургский государственный университет

аэрокосмического приборостроения

г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Приводятся методика расчета дальности обнаружения летательных аппаратов на догонных курсах с учетом отражений от земной поверхности и результаты моделирования, доказывающие увеличение эффективности работы многоканальной импульсной радиолокационной станции при использовании предлагаемых алгоритмических решений по сравнению со случаем применения одноканальной станции.

Ключевые слова: радиолокационная станция, дальность обнаружения, компенсация помех от земной поверхности, вероятность правильного обнаружения, вероятность ложной тревоги.

Рост интенсивности воздушного движения и сложные погодные условия служат на сегодняшний день одними из основных причин роста вероятности встречи с опасными воздушными объектами (ВО) [1]. В настоящей статье показано, что при использовании бортовой многоканальной импульсной радиолокационной станции (РЛС) можно достичь увеличения вероятности правильного обнаружения летательных аппаратов (ЛА) по курсу при той же потенциальной дальности обнаружения или увеличить дальность, сохранив исходные значения вероятностей правильного обнаружения и ложной тревоги по сравнению со случаем использования одноканальной РЛС. Рассмотрим РЛС, имеющую два антенных канала. Первый из них – суммарный. Он

используется для обнаружения ВО. Второй – компенсационный. Он служит для компенсации сигналов, отраженных от земной поверхности, которые приходят по боковым лепесткам диаграммы направленности (ДН).

Отметим, что предложенный подход, проверенный на примере обнаружения ЛА, может быть использован и для улучшения характеристик обнаружения других ВО – таких как опасные метеообразования или стаи птиц.

Область распределения мощности помех от земной поверхности – $P(f)$, представлена на рисунке 1. Она располагается в частотном интервале от 0 до $2V_{ла}/\lambda$ ($V_{ла}$ – скорость перемещения летательного аппарата, λ – длина волны несущей излучаемого сигнала).

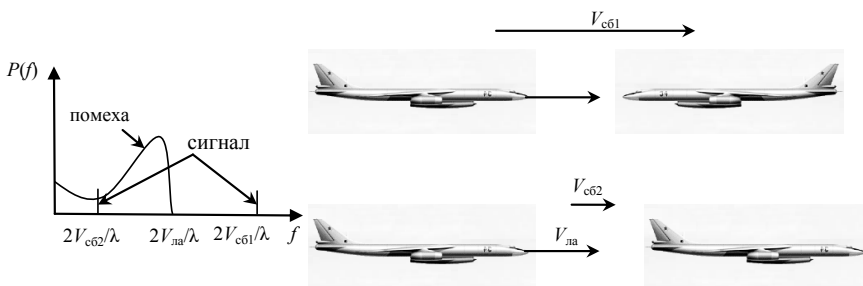


Рисунок 1. Соотношение между мощностью сигнала и помехи в частотной области на встречных и догонных курсах

Если ЛА находятся на догонных или пересекающихся курсах, то отраженный сигнал находится на частоте $f = 2V_{сб2}/\lambda$ ($V_{сб2} \cdot (V_{сб2} -$ совместная скорость сближения на догонных курсах, $V_{сб1}$ – совместная скорость сближения на встречных курсах), которая может оказаться в области помех от земли. В этом случае уравнение для оценки дальности обнаружения ЛА на фоне подстилающей поверхности можно записать в виде [2]

$$R = 4 \sqrt{\frac{P_{ср} t_{им} G^2 \sigma_{ла} \lambda^2}{(4\pi)^3 K_{ш} k T K_p L_{атм}}}, \quad (1)$$

где $P_{ср}$ – средняя мощность, излучаемая с поверхности раскрыва антенны, $t_{им}$ – длительность зондирующего импульса, G – коэффициент направленного действия антенны, $\sigma_{ла}$ – эффективная площадь рассеяния (ЭПР) ЛА, $K_{ш}$ – коэффициент шума станции, k – постоянная Больцмана, T – температура (в кельвинах), $L_{атм}$ – затухание в атмосфере, K_p – коэффициент различимости, который учитывает в указанном случае влияние мешающих отражений от земной поверхности.

Рассмотрим задачу обнаружения ЛА на плоскости «дальность-частота» при условии, что отраженный от нее сигнал накапливается в одном дискрете дальности и в одном частотном фильтре, а угловое положение ЛА соответствует максимуму ДН. Тогда коэффициент различимости (K) при радиолокационном обнаружении пачкой из $N_{\text{им}}$ когерентных импульсов с флуктуирующими начальной фазой и амплитудой может быть записан в виде

$$K = \frac{q_{\text{ср}}}{2N_{\text{им}}} \left(\frac{\frac{P_{\text{ш}}}{N_{\text{БПФ}}} + P_3 / \frac{P_{\text{ш}}}{N_{\text{БПФ}}}}{\frac{P_{\text{ш}}}{N_{\text{БПФ}}}} \right), \quad (2)$$

где $P_{\text{ш}}$ – мощность внутренних шумов станции на входе приемника, $N_{\text{БПФ}}$ – база при выполнении быстрого преобразования Фурье (БПФ) над сигналом, P_3 – математическое ожидание помехи от земной поверхности, которая накапливается в дискрете и фильтре, в котором обнаруживается ВС, $q_{\text{ср}}$ – среднее значение энергетического отношения сигнал/шум рассчитывается как

$$q_{\text{ср}} = 2 \left(\text{Ilg} \left(\frac{1}{P_{\text{лт}}} \right) / \text{Ilg} \left(\frac{1}{P_{\text{по}}} \right) - 1 \right), \quad (3)$$

где $P_{\text{лт}}$ – значение ложной тревоги в одном элементе радиолокационного обнаружения при заданной вероятности правильного обнаружения $P_{\text{по}}$. Мощность внутриприемного шума определяется по соотношению $P_{\text{ш}} = kT\Delta F K_{\text{ш}}$, где ΔF – полоса пропускания приемника при работе в режиме обнаружения ЛА.

Для определения математического ожидания мощности отраженного сигнала от земли в дискрете и фильтре, где располагается обнаруживаемый ЛА, используем следующую методику. Рассмотрим в частном случае задачу обнаружения по линии пути. Выделим на земной поверхности полукольцо дальности, которое соответствует дискрету дальности, в котором располагается ЛА. Номер дискрета дальности, соответствующий положению ЛА, определяется по соотношению $nd_{\text{ла}} = \text{round}(R_{\text{ла}} / \Delta R)$ где **round** – функция округления до ближайшего целого, $R_{\text{ла}}$ – текущая дальность до ЛА, ΔR – размер дискрета дальности ($\Delta R = 0,5ct_{\text{им}}$). Учтем, что одновременно с сигналом от данного дискрета, приходят отраженные сигналы с дальностей, расположенных через период зондирования в диапазоне дальностей от высоты полета носителя РЛС (h) до дальности «успокоения фона земли» ($R_{\text{ф}} \approx 200$ км). Соответствующие этим отраженным от земной поверхности сигналам номера дискретов дальности, определяются по соотношению:

$$nd = nd_{\text{ла}} + w(0,5ct_{\text{п}}) / \Delta R \quad (\text{привыполнении условия } h \leq (nd\Delta R) \leq R_{\text{ф}});$$

$$w = -\mathbf{round}(R_{\Phi}/\Delta R) \dots \mathbf{round}(R_{\Phi}/\Delta R),$$

где T_n – период повторения частоты импульсов, p – высота полета носителя РЛС. Ближние границы полуколец дальности, которые располагаются в плоскости «земной» поверхности для выбранных номеров nd , определяются по соотношению $r_{nd} = \sqrt{(nd\Delta R)^2 - h^2}$. Протяженность «полукольца» дальности на земной поверхности $\delta r_{nd} = \Delta R / \cos\left(\arctg\left(\frac{h}{r_{nd}}\right)\right)$, а дальность до центров «полуколец» дальности составит $R_{nd} = r_{nd} + 0,5\delta r_{nd}$.

Разобьем все «полукольца» дальности на горизонтальной земле на сектора. Для этого разделим каждое полукольцо лучами (число лучей равно M), начинающимися в точке проекции местоположения ЛА на земную поверхность и расположенные через одинаковое угловое расстояние. Каждому ограниченному лучами на полукольце участку соответствуют свои углы облучения в системе координат антенны: азимут-угол места (β и ε соответственно). При полете ЛА без крена и тангажа, участки, расположенные симметрично от линии пути, формируют отраженные сигналы с одинаковой доплеровской частотой F_d , так как $F_d = 2V_{ла} \cos\beta \cos\varepsilon / \lambda$.

Если провести моделирование помех от участков поверхности земли, расположенных справа от линии пути, то значение мощности, полученное в конкретном дискрете и фильтре, достаточно умножить на два, чтобы учесть и отражение сигналов от участков земли, расположенных слева от линии пути.

Координаты центров секторов в координатной системе, связанной с точкой подвеса антенны РЛС, записываются в виде:

$$X_{nd,p} = R_{nd} \cos(\alpha_p); Y_{nd,p} = R_{nd} \sin(\alpha_p); Z = -h;$$

$$\alpha_p = 0,5\pi - p\delta\alpha; \delta\alpha = 0,5\pi/M; p = 0, 1 \dots M.$$

Они позволяют вычислить азимуты и углы места, под которыми наблюдаются участки земной поверхности, в системе координат антенны

$$\beta_{nd,p} = \arctg(Y_{nd,p} / X_{nd,p}); \varepsilon_{nd,p} = \arctg(Z / R_{nd}).$$

Длина стороны участка поперек направления радиус-вектора, начинающегося из точки проекции местоположения ЛА на поверхность земли и проходящего через центр участка, составляет $R_{nd}\delta\alpha$, а вдоль радиус-вектора – δr_{nd} . Искомая площадь участка S_{nd} равна их произведению.

Зная площадь участка в горизонтальной плоскости и задавая удельную ЭПР (γ), можно вычислить ЭПР площадки, которая представляет собой про-

екцию горизонтальной площадки на направление на РЛС. Из экспериментальных исследований [3] известно, что зависимость удельной ЭПР от угла падения θ может быть разной от типа поверхности, но находится в пределах от закона диффузного рассеяния радиоволн $\gamma(\theta) = \gamma \sin \theta$ до независимой модели от угла падения $\gamma(\theta) = \gamma$. Выберем усредненную модель отражения $\gamma(\theta) = \gamma \sqrt{\sin \theta}$. Тогда ЭПР в направлении на РЛС определяется как

$$\Omega_{nd} = \gamma \sin \left(\arctg \left(\frac{h}{R_{nd}} \right) \right)^{1,5} S_{nd}.$$

Оценку мощности, получаемой от одного участка на земной поверхности можно получить по формуле:

$$P_{nd,p} = \frac{P_c G^2 D_\Sigma^2(\beta_{nd,p}; \varepsilon_{nd,p}) \lambda^2 \Omega_{nd}}{(4\pi)^3 (nd\Delta R)^4},$$

где $D_\Sigma(\beta_{nd,p}; \varepsilon_{nd,p})$ – функция, дающее значение ДН антенны в направлении на участок земной поверхности. Частота отраженного сигнала зависит от соотношения между доплеровской частотой отраженного сигнала F_d и частотой повторения импульсов F_n . Учитывая, что для выделенного участка частота Доплера составит

$$F_{dnd,p} = 2V_{ла} \cos(\beta_{nd,p}) \cos(\varepsilon_{nd,p}) / \lambda,$$

то частоту отраженного сигнала после выполнения БПФ можно найти по соотношению

$$F_{nd,p} = F_{dnd,p} - F_n \mathbf{round}(F_{dnd,p} / F_n).$$

Таким образом, перебирая все номера дискретов nd и участки p , можно найти значения мощности в каждом фильтре для дискрета $nd_{ла}$, используя проверку на попадание частоты $F_{nd,p}$ в фильтр с номером nf

$$P_{nf,nd_{ла}} = \sum_{nd} \sum_p P_{nd,p}, \text{ если } \delta F nf \leq F_{nf} < \delta F (nf + 1),$$

δF – ширина одного фильтра, равная $\delta F = F_n / N_{БПФ}$. Математическое ожидание мощности помехи от земли в одном фильтре определяется по формуле:

$$P_3 = \frac{1}{nf_{\max} + 1} \sum_{nf=1}^{nf_{\max}} P_{nf,nd_{ла}},$$

где nf_{\max} – максимальный номер фильтра, который занят помехой от земной поверхности при визировании вдоль линии пути.

Рассмотрим условия обнаружения цели в суммарном канале приема

сигнала. Вычисление энергетического отношения сигнал/шум, требуемого для обнаружения ЛА, производится с учетом заданной вероятностей правильного обнаружения $P_{\text{по}}$ и требуемой вероятности $P_{\text{лт.обз}}$ ложной тревоги на один обзор. Обнаружение производится так, чтобы было не более одной ложной тревоги на N обзоров воздушного пространства, при этом максимальная вероятность ложной тревоги на один обзор $P_{\text{лт.обз}} = 1/N$. Для выполнения указанного условия, должно соблюдаться следующее неравенство $P_{\text{лт.обз}} > P_{\text{лт}} B N_R N_{\text{БПФ}}$, где B – число лучей в заданной зоне обзора, N_R – число дискретов дальности, которое зависит от периода повторения и длительности импульса.

При использовании двухканальной РЛС можно существенно снизить значение вероятности ложной тревоги для суммарного канала, если при каждом превышении порога, проверять наличие этого превышения в обоих каналах приема в одинаковых дискретах и фильтрах суммарного и компенсационного канала. Поскольку вероятность одновременного превышения шумами определенного порога в выровненных по шумам каналах приема определяется произведением вероятностей в каждом из каналов.

Сохранив ту же величину порога в суммарном канале, получим, что новая вероятность правильного обнаружения $P'_{\text{по}} = \sqrt{P_{\text{по}}}$. То есть при заданной вероятности правильного обнаружения для одноканальной системы, равной 0,5, в двухканальной можно получить вероятность правильного обнаружения равную 0,7. Дополнительное увеличение вероятности правильного обнаружения связано с тем, что при компенсации помех от земли с использованием компенсационного канала, отбрасываются те дискреты и фильтры, которые соответствуют помехам от земли, приходящим по боковым лепесткам ДН суммарного канала приема. То есть, область обнаружения на плоскости дальность и частота при обнаружении на догонных курсах уменьшается. Так моделирование показало, что данная область в зависимости от выбранной частоты повторения импульсов меняется, но при полетах около земной поверхности составляет 40%. Это означает, что можно допустить условие для суммарного канала приема $P_{\text{лт.обз}} > 0,6 P_{\text{лт}} B N_R N_{\text{БПФ}}$.

Рассчитывалось увеличение дальности при обнаружении ВС в одно и двух канальной РЛС, наблюдаемой на фоне помех от земной поверхности. Моделирование производилось при следующих исходных параметрах: заданное число ложных тревог не более 1 на $N=10$ кадров обзора; мощность в импульсе 1,5 кВт; $P_{\text{по}}=0,5$; $\sigma_{\text{ла}}=3 \text{ м}^2$; $t_{\text{им}}=3 \text{ мкс}$; $F_{\text{п}}=14 \text{ кГц}$, $N_{\text{им}}=256$, $h=2 \text{ км}$. При этом моделировалась ДН антенны с шириной основного луча 3 градуса и уровнем первого бокового лепестка минус 20 дБ.

Дальность обнаружения ЛА выросла с 31 до 38 км при использовании компенсационного канала антенны и предложенной обработки, допускающей уменьшение отношения сигнал/шум по сравнению со случаем исполь-

зования обработки только в одном суммарном канале приема.

Таким образом, при использовании РЛС с дополнительной антенной для реализации компенсации помех от земной поверхности можно увеличить потенциальную дальность обнаружения ЛА, наблюдаемых на встречных и догонных курсах. Это позволяет увеличить время выдачи предупреждения пилота о возможном столкновении ЛА и повысить безопасность полета.

Список литературы

1. Baburov S.V., Bestugin A.R., Galyamov A.M., Sauta O.I., Shatrakov Y.G. *Development of Navigation Technology for Flight Safety*. Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2020. 233 P.

2. Дудник, П.И. *Авиационные радиолокационные комплексы и системы* / П.И. Дудник, Г.С. Кондратенков, Б.Г. Табарский. М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2006, 1112 с.

3. A. R. Bestugin, I. A. Kirshina, A. N. Yakimov, *Model study of design possibilities for optimizing the microwave antenna*, in: *Proceedings of IEEE Conferences, Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF 2020)*, Saint Petersburg, Russia, 2020 *Wave, 2020*, 9131478, pp. 1–4.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПЬЕЗОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Плотянская Марина Александровна

кандидат технических наук, доцент

Федченко Владимир Григорьевич

кандидат технических наук, доцент

Наймитенко Николай Владимирович

старший преподаватель

Сауга Олег Иванович

доктор технических наук

Санкт-Петербургский государственный университет

аэрокосмического приборостроения

г. Санкт-Петербург, Россия

В работе приводится описание проведенного эксперимента с целью оценки возможности использования пьезоэлектрических датчиков в качестве источников информации для систем управления беспилотных летательных аппаратов.

При выполнении проекта создан мобильный комплекс для проведения экспериментов.

Ключевые слова: *датчики, пьезоэлектрический вибрационный гироскоп, ультразвуковой датчик, аппаратное обеспечение эксперимента, беспилотный электрический вертолет.*

Введение

Создание автоматических беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) невозможно без систем автоматического управления и стабилизации [1]. Требования к характеристикам этих систем во многом определяются целевым назначением использования БПЛА. В данной работе рассматриваются БПЛА для применения в целях сельскохозяйственного производства: фитосанитарный мониторинг, внесение средств защиты растений. Реализация этих целей требует применения БПЛА способного выполнять полеты в

автоматическом режиме по заданному маршруту, с постоянным контролем скорости, ориентации и высоты полета. При выполнении полетов на малой высоте необходима система обнаружения препятствий и уклонения от столкновения с ними. Реализация перечисленных функций в первую очередь обеспечивается системой датчиков параметров полета БПЛА (место положения, скорость перемещения, высота полета, наличие препятствий) [2]. На данном этапе разработки был проведен комплексный эксперимент с целью натурального исследования системы датчиков и создание базы данных с целью отработки методов комплексирования.

Эксперименты с системой датчиков проводились на электрическом вертолете в лабораторных условиях.

При проведении экспериментов для сбора информации с датчиков, разработки команд управления, регистрации и т.д. в качестве единой базы использовалась сетевая программно-аппаратная интернет-платформа. Применение этой платформы обеспечило возможность выполнения большого количества экспериментов в кратчайшие сроки силами небольшого коллектива сотрудников.

В данной работе приводится описание проведенных экспериментов и результаты обработки полученных экспериментальных данных.

Эксперименты на стенде с электрическим вертолетом.

Эта серия экспериментов проводилась на стенде.

Во время проведения экспериментов использовалась следующая аппаратура [3]:

- ультразвуковые датчики для отслеживания высоты полета вертолета;
- трехстепенной датчик угловых скоростей (ДУС);
- модуль Acquisition and Control Board (плата сбора и управления) (АСВ), для сбора информации с датчиков и передачи ее на персональный компьютер (ПК);
- ПК с программным обеспечением для сбора и хранения информации, поступающей от модуля АСВ;
- видеокамера;
- ПК с аппаратно-программным обеспечением для записи видеопотока с камеры.

При этом датчики и модуль АСВ устанавливались на электрическом вертолете и были соединены линиями проводной связи с компьютером. Видеокамера использовалась для съемки поведения вертолета во время полетов. В первых экспериментах проводилось исследование системы датчиков. На последующих стадиях плата АСВ использовалась в качестве бортового контроллера при реализации стабилизации и управления по курсу.

Структурная схема аппаратного обеспечения стенда приведена на рис. 1.

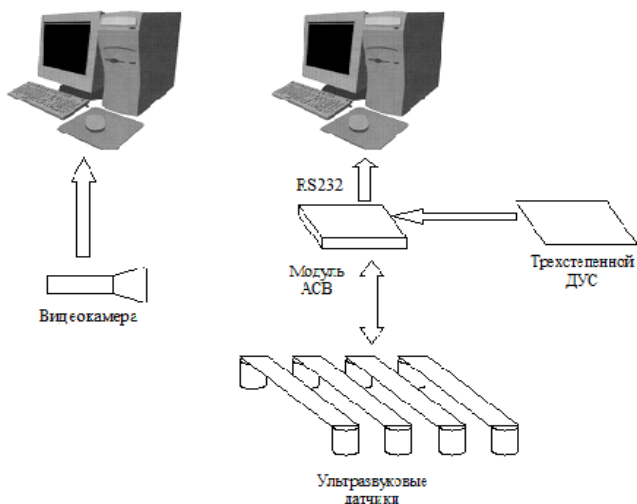


Рисунок 1. Структурная схема аппаратного обеспечения эксперимента с электрическим вертолетом

Проводимые эксперименты документировались на отдельном персональном компьютере, снабженном платой видео захвата FlyVideo и специальным программным обеспечением, поставляемым вместе с платой.

Описание использованного в экспериментах оборудования

Датчики угловых скоростей

Для измерения угловых скоростей по трем осям в качестве сенсорных элементов ДУС были использованы пьезоэлектрические вибрационные гироскопы Murata ENC03, предназначенные для стабилизации ручных видеокамер и различных ЖК табло, используемых в подвижных применениях [4].

Характеристики Murata ENC03 приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Параметры датчика угловых скоростей

Параметр	Значение
Напряжение питания, В	+2.7 ÷ +5.5
Максимальный ток потребления, мА	5
Максимальная угловая скорость, °/с	±300
Выходной сигнал при нулевой скорости, В	+1.35
Масштабный коэффициент, мВ/°/с	0.67

Температурные изменения масштабного коэффициента, %	±20
Линейность масштабного коэффициента, %	±5
Максимальная полоса пропускания, Гц	50
Рабочий диапазон температур, °С	-5 ÷ +75
Температура хранения, °С	-30 ÷ +85
Размер, мм	15.5 X 8.0 X 4.3
Масса, г	10

На основе датчиков Murata ENC03 был разработан и изготовлен макет блока измерения угловых скоростей по трем осям. В исследуемом макете чувствительные элементы были закреплены на печатной плате во взаимно перпендикулярных плоскостях, так, чтобы их оси чувствительности были тоже взаимно перпендикулярны. На этой же плате имелись усилители сигналов датчиков. С усилителей сигналы поступают на плату АСВ, где проводилась оцифровка и первичная обработка показаний.

Описание модуля АСВ

Модуль АСВ (Acquisition and Control Board) предназначен для получения информации с удаленных цифровых и аналоговых датчиков и удаленного управления объектами. Степень удаления датчиков и объектов управления от АСВ определяется IP-сетью, в случае использования Интернета практически неограниченна.

Модуль АСВ является автономным устройством, представляющим собой узел IP-сети. Он подключается непосредственно к сети и не требует наличия компьютера, постоянно включенного в сеть, поскольку абонентом контроллера может служить не только компьютер, но и точно такое же устройство, подключенное к сети.

АСВ требует однократной настройки сразу после подключения к сети и далее функционирует без постороннего вмешательства. Как первоначальные, так и последующие установки параметров функционирования осуществляются удаленно через сеть с помощью специализированного программного обеспечения.

Во время экспериментов использовался специальный вариант модуля АСВ без сетевого контроллера. Для передачи собранной информации на компьютер на PIC-контроллере периферийного модуля был реализован интерфейс RS232.

Автономный пульт

В экспериментах использовался автономный пульт, разработанный специально для проведения запланированных экспериментов.

Автономный пульт сбора и регистрации показаний использовался для записи показаний со всех датчиков, приемника GPS и видеокamеры 1.

Состав автономного пульта:

- свинцовый аккумулятор 12 В, емкостью 4.5 А/ч;
- преобразователь DC/DC 5 В;
- портативный компьютер;
- модуль АСВ;
- интернет-видеокодек.

Все составляющие автономного пульта, кроме модуля АСВ, установлены в корпусе чемоданного типа.

Аккумулятор использовался для питания модуля АСВ с датчиками и интернет-видеокодека. Поскольку модуль АСВ и интернет-видеокодек требуют для работы напряжения питания 5 В, был использован преобразователь постоянного тока FranMar E25-11, характеристики которого приведены в табл. 2.

Таблица 2.

Характеристики преобразователя постоянного тока FranMar E25-11

Параметр	Значение
Входное напряжение, В	9-18 (постоянный ток)
Выходное напряжение, В	5 (стабилизированное)
Ток нагрузки, А	5

Модуль АСВ использовался для сбора информации с датчиков угловых скоростей и ультразвуковых датчиков, и передачи ее на портативный компьютер посредством интерфейса RS232.

Портативный компьютер использовался для записи экспериментальных данных с АСВ, приемника GPS и интернет-видеокодека, а также для управления интернет-видеокодеком. При этом модуль АСВ и приемник GPS подключались по интерфейсу RS232, а интернет-видеокодек - с помощью Ethernet. Для сбора и записи данных, поступающих по интерфейсу RS232, использовалось приложение «Tool232» разработанное специально для проведения экспериментов с использованием УЗК и ДУС, а также сбора данных с различных источников по интерфейсу RS232. Его интерфейс показан на рис. 2.

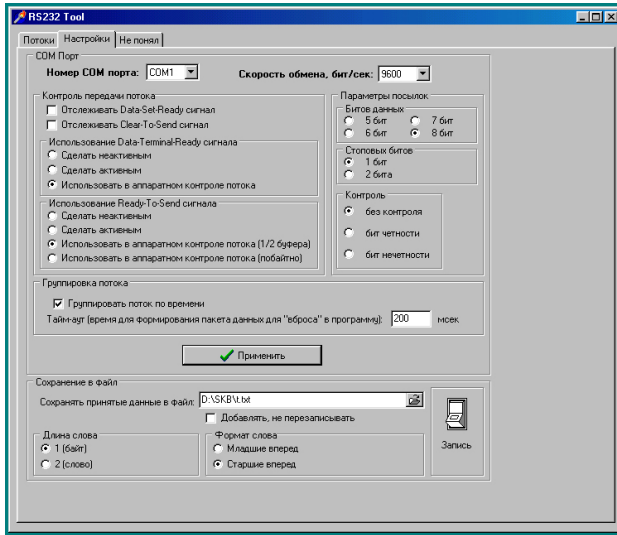


Рисунок 2. Интерфейс приложения «Tool232»

Для приема и записи видеоданных, а также для управления интернет-видеокодеком использовалось приложение «IP Camera Controller».

Проведение экспериментов с электрическим вертолетом на стенде

Работы на стенде с вертолетом проводились в течении трех месяцев. На ранних стадиях велась отработка схемы размещения датчиков, их настройка. Эти эксперименты были завершены реализацией решения задачи стабилизации по курсу. Здесь приведены данные нескольких экспериментов. Во время каждого эксперимента велась запись информации с ультразвуковых датчиков и датчиков угловых скоростей, а также видеосъемка. Данные преобразовались в текстовый формат, и дальнейшая обработка результатов велась с помощью специализированного математического пакета Mathcad.

Обработка результатов экспериментов

Все данные, полученные с датчиков, GPS и видеокамеры содержат информацию о времени их получения, что позволяет оценивать показания датчиков и GPS с помощью имеющейся картинки с камеры в каждый момент времени. В табл. 3 указаны времена обновления информации для всех используемых источников.

Таблица 3.

Источник информации	Частота обновления, 1/с
Цифровая видеокамера	18 – 20
Ультразвуковые датчики	9.05
ДУС	36.2
Приемник GPS	0.5 – 1

Временная привязка отсчетов информации для всех потоков, кроме GPS, – с точностью 55 мс, для GPS – 1 с.

Обработка результатов экспериментов, проводимых на стенде с электрическим вертолетом.

Эксперимент: раскачивание вертолета по тангажу и крену.

На показаниях УЗД, рис. 3, (верхняя пара графиков – показания с датчиков, расположенных по продольной оси ЛА, нижняя пара – по поперечной оси ЛА) отчетливо видны раскачивания по тангажу (15-23 с. записи) и по крену (23-29 с. записи).

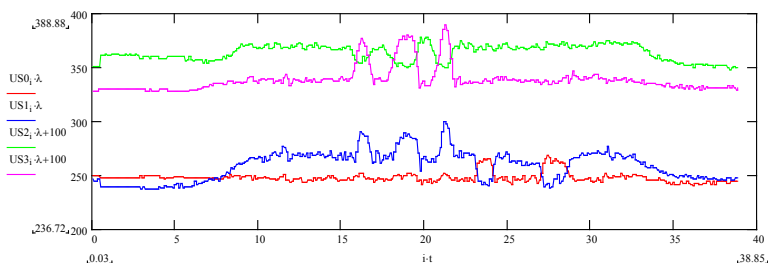


Рисунок 3. Показания ультразвуковых датчиков

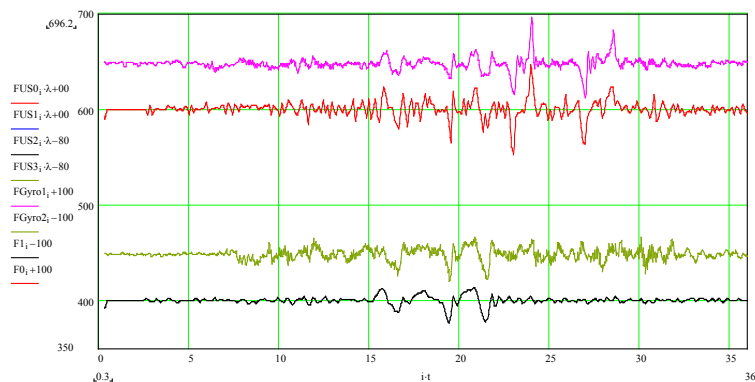


Рисунок 4. Сравнение показаний ДУС и УЗД

На верхних двух графиках рис.4 изображены показания ДУС и продифференцированные показания УЗД по тангажу. На нижних двух графиках изображены аналогичные показания по крену. На обоих парах графиков видна взаимозависимость показаний датчиков, особенно во время раскачивания вертолета по тангажу и крену.

Заключение

Проведенные экспериментальные исследования показали целесообразность применения пьезоэлектрических датчиков в системах стабилизации и автоматического управления.

В дальнейшем требуется проведение дополнительных работ для получения достоверных результатов в каждом конкретном случае планируемого использования ультразвуковых датчиков и пьезоэлектрических вибрационных гироскопов:

- оценка работоспособности датчиков и характера искажения сигнала над различными подстилающими поверхностями при измерении высоты полета.
- оценка максимальных углов отклонения оси излучения датчиков от вертикали к поверхности и сопутствующих искажений сигнала.
- проверка работоспособности датчиков при различных скоростях движения над поверхностью, оценка искажений показаний датчиков.
- оценка влияния силовой установки летательного аппарата и его систем на работу датчиков.

Литература

1. *В.П. Осовский Комплексы авиационного оборудования. – М.: Издание ВВИА имени профессора Н.Е. Жуковского, 2004. – 240 с.*
2. *Проектирование самолетов: учебник для вузов/ С.М. Егер, В.Ф. Мишин, Н.К. Лисейцев и др. Под ред. С.М. Егера – М.: Логос, 2005. – 648 с.*
3. *Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем/В.В.Матвеев, В.Я.Распопов/Под общ. ред. В.Я.Распопова. -СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электронприбор», 2009. -280с.*
4. *Распопов В.Я. Микромеханические приборы. -М.: Машиностроение, 2007 - 400 с.*

ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Осипенко Алексей Алексеевич

кандидат технических наук

Лосев Виктор Константинович

кандидат технических наук

Мичурин Сергей Владимирович

доктор технических наук, доцент

Мальшев Алексей Константинович

кандидат технических наук

Санкт-Петербургский государственный университет

аэрокосмического приборостроения

г. Санкт-Петербург, Россия

В работе приводится описание проведенного эксперимента с целью оценки возможности использования различных датчиков в качестве источников информации для систем управления беспилотных летательных аппаратов.

Проведены полевые испытания комплекса и обработка полученных данных.

Ключевые слова: *датчики, ультразвуковой датчик, аппаратное обеспечение эксперимента, дельталет.*

Введение

Бурное развитие беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и их широкое практическое использование выдвигают повышенные требования к точности и надежности навигационной информации, используемой в системах автоматического управления (САУ) БПЛА [1]. Характеристики навигационной информации (точность, целостность, непрерывность, доступность) кардинальным образом влияют на эксплуатационные возможности, надежность и безопасность полетов БПЛА и, в конечном итоге, определяют спектр применения конкретного БПЛА. Реализация этих целей требует применения БПЛА способного выполнять полеты в автоматическом режиме по

заданному маршруту, с постоянным контролем скорости, ориентации и высоты полета. При выполнении полетов на малой высоте необходима система обнаружения препятствий и уклонения от столкновения с ними. Реализация перечисленных функций в первую очередь обеспечивается системой датчиков параметров полета БПЛА (место положения, скорость перемещения, высота полета, наличие препятствий) [2]. На данном этапе разработки был проведен комплексный эксперимент с целью натурного исследования системы датчиков и создание базы данных с целью отработки методов комплексирования.

Эксперименты проводились с использованием сверхлегкого воздушного судна – дельталаета, в реальных полевых условиях.

При проведении экспериментов для сбора информации с датчиков, разработки команд управления, регистрации и т.д. в качестве единой базы использовалась сетевая программно-аппаратная интернет-платформа. Применение этой платформы обеспечило возможность выполнения большого количества экспериментов в кратчайшие сроки силами небольшого коллектива сотрудников.

В статье приводится описание проведенных экспериментов и результаты обработки полученных экспериментальных данных.

Описание экспериментов.

Эксперименты с дельталаетом (полевые эксперименты)

Эксперименты с датчиками проводились с использованием пилотируемого СВС – дельталаета, в полевых условиях. Эти эксперименты кроме комплексной оценки работы системы датчиков ставили своей целью отработку методики и методов оценки состояния сельскохозяйственных культур с помощью видеосъемки с легкого летательного аппарата.

Во время проведения экспериментов использовалась следующая аппаратура, устанавливаемая на воздушном судне.

Автономный пульт сбора и регистрации показаний, включающий в себя:

- портативный компьютер с программным обеспечением для сбора и хранения информации;
- цифровая вейвлет-видеокамера;
- модуль АСВ;
- приемник GPS для отслеживания параметров навигации дельталаета;
- четыре ультразвуковых (активных) датчика для измерения высоты полета;
- трехступенной ДУС (все датчики подключены через модуль АСВ к компьютеру);
- бытовая видеокамера SONY.

Краткое описание этих датчиков приведено в таблице 1, а детальное описание и приведено ниже.

Таблица 1.

Укрупненное описание датчиков

Наименование	Краткое описание	К-во (шт)	Примечание
Датчики угловых скоростей	Реализованы на сенсорах Murata ENC03, подключаются к модулю АСВ	3	Исследовался Макетный образец
Ультразвуковой датчик для измерения расстояний	Реализованы на сенсорах Murata MA40B8, подключаются к модулю АСВ, осуществляющему измерение расстояний	4	Исследовался Макетный Образец
Видеокамера 1	Цифровая вейвлет-видеокамера	1	Исследовался опытно-промышленный образец
Видеокамера 2	Бытовая камера SONY	1	Использовался серийно Выпускаемый образец
Приемник GPS	Персональный приемник GARMIN GPS 12	1	Использовалось серийно выпускаемое изделие

Для регистрации показаний с датчиков использовался специально разработанный для проведения подобного рода экспериментов автономный пульт сбора и регистрации показаний. Структурная схема аппаратного обеспечения приведена на рис. 1.

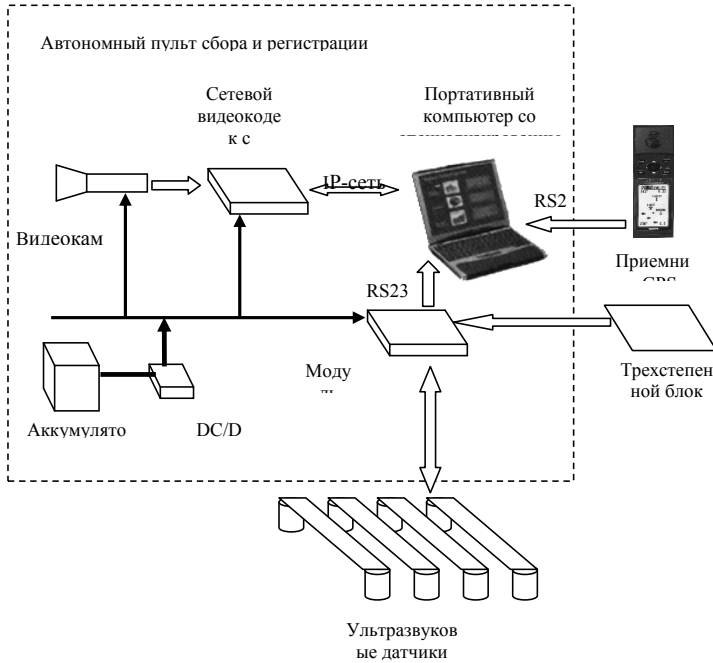


Рисунок 1. Структурная схема аппаратного обеспечения

Схема размещения ультразвуковых датчиков, их номера и датчиков угловых скоростей на дельталете показана на рисунке 2.

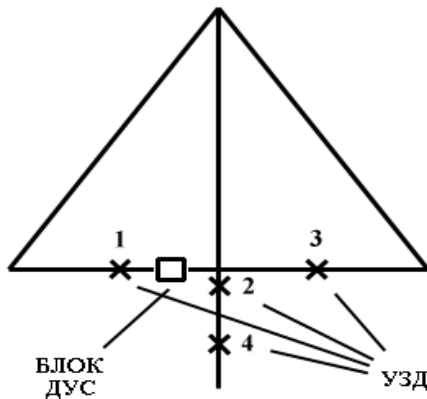


Рисунок 2. Схема закрепления датчиков на дельталете

Описание использованного в экспериментах оборудования

Ультразвуковой датчик для измерения расстояний

Ультразвуковые датчики (УЗД), реализованные на сенсорах Murata MA40B8 использовались для измерения высоты полета дельталета. Характеристики датчиков приведены в таблице 2 [3].

Таблица 2.

Параметры ультразвуковых датчиков

Параметр	Значение
Номинальная частота, кГц	40
Чувствительность, дБ	-63±3
Звуковое давление, дБ	120±3
Направленность, град	50
Емкость, пФ	2000±20%
Рабочий диапазон температур, °С	-30 ÷ +85
Диапазон измерения расстояний, м	0.2 ÷ 6
Разрешение, мм	9
Размеры, мм	016X12
Масса, г	2
Допустимое входное напряжение (прямоугольная волна), В	20 (40 кГц)

Для оценки возможности применения сжатого видеопотока в задачах управления ЛА производились записи вида с дельталета в полете цифровой вейвлет-камерой [4]. Как отдельного устройства цифровой вейвлет-камеры не существовало, так как она состояла из трех компонент: собственно камеры, сетевого вейвлет-видеокодека, портативного компьютера и соответствующего программного обеспечения. Видеокамера была неподвижно закреплена на дельталете и смотрела вперед-вниз. Сигнал с камеры заведен на сетевой видеокодек с вейвлет-компрессией, называющийся интернет-видеокодек. Этот модуль входит в состав автономного пульта сбора и регистрации показаний, и предназначен для оцифровки видеосигнала, сжатия с помощью вейвлет-преобразования и отправки сетевому абоненту. Ниже приведено описание этого устройства.

Интернет-видеокодек был разработан и изготовлен в ASK Lab. Он является автономным устройством, представляющим собой узел IP-сети. В отличие от традиционных Web-камер, Интернет-видеокодек в информационном плане является автономным устройством и не требует постоянной работы персонального компьютера (ПК), так как подключается непосредственно к сети.

Интернет-видеокодек требует однократной настройки сразу после подключения к сети и далее образованная таким образом сетевая видеокамера способна функционировать без постороннего вмешательства. Первоначальные и последующие установки параметров функционирования видеокамеры могут осуществляться удаленно через сеть с помощью специализированного программного обеспечения.

Специализированное программное обеспечение верхнего уровня «IP Camera Controller», работающее под управлением Windows, позволяет получать изображение и управлять одновременно несколькими удаленными камерами. Приложение работает в следующих режимах:

- просмотр видео с камеры;
- запись видеопотока с камеры на диск;
- расширенный просмотр записанного видео.

Приложение позволяет управлять следующими параметрами просмотра видео с камеры и записи видеопотока:

- параметры изображения;
- положение видеокамеры;
- режимы записи видео;
- сетевые настройки.

При видеосъемке можно управлять следующими параметрами изображения:

- яркость, контраст, цветовая насыщенность;
- степень сжатия изображения (7 уровней);
- уровень подавления составляющих изображения вне качественного «окна»

(6 уровней);

- количество кадров в секунду (до 12 кадров (или до 24 полукадров) в секунду - максимальное значение количества кадров в секунду определяется производительностью ПК и загруженностью сети).

Во время работы с видеокамерой есть возможность управлять ее угловым положением, функцией приближения:

- вращение камеры по горизонтали и вертикали («PAN», «TILT»);
- включение/выключение автоматического вращения камеры по обоим осям с задаваемыми параметрами вращения;
- приближение и удаление («ZOOM»);
- управление дополнительными функциями камеры («AUX1», «AUX2»).

Из видеопотока можно делать снимки и сохранять в формате JPEG. Кроме того, полученные видеокадры могут быть сохранены на жестком диске в сжатом виде и затем просмотрены. Режимы записи видео:

- запись всех принятых видеокадров;
- запись с заданным интервалом;

- запись «по изменению».

Во время экспериментов использовался режим записи всех принятых кадров.

Сетевые настройки включают в себя:

- IP-адрес и порт интернет-видеокодека;
- таймаут ожидания отклика от видеокодека;
- таймаут ожидания отклика от приложения.

Изображение на экране монитора ПК может просматриваться в одном из следующих режимов:

- разрешение: 720 X 486, 360 X 243, 180 X 122
- цветность: оттенки серого, цветное

В режиме просмотра записанного видео предоставляются следующие возможности навигации по записи:

- пауза во время воспроизведения;
- покадровый просмотр в обоих направлениях;
- перелистывание по 10 кадров в обоих направлениях.

Для более удобного управления основными функциями приложения предусмотрены «горячие клавиши». Это особенно актуально в подобных экспериментах (во время полета), когда управлять с помощью «мыши» неудобно.

Для записи несжатого видеопотока использовалась бытовая видеокамера **SONY**. Записанный материал предназначался для проведения сравнительных оценок возможностей разных камер, а также изучения влияния разных коэффициентов сжатия на качество получаемых решений.

Приемник GPS 12 производства фирмы GARMIN использовался для записи телеметрической информации во время полета и оценки запаздывания выдаваемой им информации. Данные с приемника передавались по интерфейсу RS232 на автономный пульт сбора и регистрации показаний, где производилось их накопление.

Модуль ACB (Acquisition and Control Board) создан в ASK Lab и предназначен для получения информации с удаленных цифровых и аналоговых датчиков и удаленного управления объектами. Степень удаления датчиков и объектов управления от ACB определяется IP-сетью, в случае использования Интернета практически неограниченна.

Модуль ACB является автономным устройством, представляющим собой узел IP-сети. Он подключается непосредственно к сети и не требует наличия компьютера, постоянно включенного в сеть, поскольку абонентом контроллера может служить не только компьютер, но и точно такое же устройство, подключенное к сети.

ACB требует однократной настройки сразу после подключения к сети и далее функционирует без постороннего вмешательства. Как первоначаль-

ные, так и последующие установки параметров функционирования осуществляются удаленно через сеть с помощью специализированного программного обеспечения.

В экспериментах использовался автономный пульт, разработанный специально для проведения запланированных экспериментов.

Автономный пульт сбора и регистрации показаний использовался для записи показаний со всех датчиков, приемника GPS и видеокамеры 1.

Состав автономного пульта:

- свинцовый аккумулятор 12 В, емкостью 4.5 Ач;
- преобразователь DC/DC 5 В;
- портативный компьютер;
- модуль АСВ;
- интернет-видеокодек.

Все составляющие автономного пульта, кроме модуля АСВ, установлены в корпусе чемоданного типа.

Модуль АСВ использовался для сбора информации с датчиков угловых скоростей и ультразвуковых датчиков, и передачи ее на портативный компьютер посредством интерфейса RS232.

Проведение экспериментов на борту дельталета

Эксперименты проводились с использованием дельталета FO-2R582, государственный регистрационный знак и номер RA-0145G.

Основной задачей этих экспериментов являлась комплексная проверка системы разработанных датчиков в натуральных условиях.

Во время экспериментов производилась запись информации с датчиков и визуального сопровождения с цифровой вейвлет-камеры и бытовой видеокамеры.

В разных экспериментах устанавливались различные коэффициенты сжатия видеопотока с цифровой камеры и использовались различные типы датчиков телеметрической информации. Запись информации с датчиков и видеоданных активизировалось перед взлетом, и останавливалась после посадки дельталета. Различные степени сжатия видеопотока использовались для определения максимального коэффициента сжатия, при котором не теряется информация, ценная при обработке.

В работе рассматриваются результаты выполнения двух полетов.

Во время первого полета велась запись информации с ультразвуковых датчиков и датчиков угловых скоростей, а также с цифровой видеокамеры с уровнем сжатия 4 (по шкале приложения IP Camera Controller) и бытовой видеокамеры SONY.

Во время второго эксперимента записывалась информация с приемника GPS и с видеокамер. Для цифрового видео был установлен уровень сжатия 3.

Все данные, полученные с датчиков, GPS и видеокамеры содержат ин-

формацию о времени их получения, что позволяет оценивать показания датчиков и GPS с помощью имеющейся картинки с камеры в каждый момент времени.

Временная привязка отсчетов информации для всех потоков, кроме GPS, – с точностью 55 мс, для GPS – 1 с.

При движении по земле (выполнении рулежки), вначале датчики работают нормально, но с 64 секунды появляется шум. Амплитуда всплесков составляет до 80% от основного сигнала. Судя по видео, эти всплески вызваны проездом дельталеда по траве и грунтовому участку. Т.к. травяной покров рассеивает отраженный сигнал, появляется шум. Следует отметить, что шум появляется не в начале движения и не в начале взлета, а при движении с небольшой скоростью по рулежной дорожке имеющей в некоторых местах травяной покров. Появления шума в сигнале УЗД при движении по земле с относительно не большой скоростью 10-20 км/час не связано с режимом работы двигателя.

После 125 секунды начинается разгон до взлетной скорости, двигатель при этом работает на максимальных оборотах. Сигнал с УДЗ уменьшается (пропадает). Это можно объяснить большой скоростью относительного перемещения, находящихся на малой высоте УЗ датчиков и поверхностью взлетно-посадочной полосы (ВПП), отраженный сигнал не попадает в приемник. После отделения от ВПП сигнал появляется.

Следовательно, появление шума в сигнале УЗД, в процессе движения по земле с небольшой скоростью связано с неоднородностью подстилающей поверхности. При движении по земле со скоростью более 20 км/час, низко расположенные УЗД оказались не работоспособными, теряют сигнал из-за малого угла направленности (50 градусов). Очевидно, этот недостаток может быть устранен изменением положения датчиков на летательном аппарате. В лабораторных условиях таких недостатков и помех в сигнале УЗД не обнаруживалось.

При наборе высоты показания УЗ датчиков сильно разнесены по фазе. Также имеют место резкие скачки сигнала. При этом среднее значение показаний отражает увеличение высоты полета, до максимальных величин определенных характеристиками используемых датчиков. Далее сигнал становится постоянным, максимальным, что свидетельствует о потере приемником отраженного сигнала. Значительные колебания амплитуды сигналов УЗД возможно вызваны влиянием двигателя воздушного судна работающего на взлете на максимальном режиме.

В первой части пролета (до 265 с. записи) датчики показывают «провалы». Дельтатлет при этом летит почти горизонтально, и датчики, возможно, ловят шумы двигателя. Во второй части пролета увеличиваются обороты двигателя, увеличивается скорость полета. Датчики «теряли» сигнал при

выполнении пролета над ВПП, особенно во второй его половине. Это, возможно, происходило из-за влияния двигателя и изменения положения дельтала в пространстве, изменялся угол тангажа.

Заключение

Проведенные экспериментальные исследования с целью оценки возможности и целесообразности применения различных датчиков в системах стабилизации и автоматического управления, результаты которых представлены в статье, не дают однозначных ответов на поставленные вопросы.

Требуется проведение дополнительных работ для получения достоверных результатов в каждом конкретном случае планируемого использования ультразвуковых датчиков:

- оценка работоспособности датчиков и характера искажения сигнала над различными подстилающими поверхностями при измерении высоты полета.
- оценка максимальных углов отклонения оси излучения датчиков от вертикали к поверхности и сопутствующих искажений сигнала.
- проверка работоспособности датчиков при различных скоростях движения над поверхностью, оценка искажений показаний датчиков.
- оценка влияния силовой установки летательного аппарата и его систем на работу датчиков.

Литература

1. *В.П. Осовский Комплексы авиационного оборудования. – М.: Издание ВВИА имени профессора Н.Е. Жуковского, 2004. – 240 с.*
2. *Проектирование самолетов: учебник для вузов/ С.М. Егер, В.Ф. Мишин, Н.К. Лисейцев и др. Под ред. С.М. Егера – М.: Логос, 2005. – 648 с.*
3. *Кадчинский С.А. Сравнительная оценка производительности цифровых аэрозъемочных систем//Геопрофи. - №2.- 2011.- С. 18-24.*
4. *Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем/В.В.Матвеев, В.Я.Распопов/Под общ. ред. В.Я.Распопова. -СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электронприбор», 2009. -280с.*
5. *Распопов В.Я. Микромеханические приборы. -М.: Машиностроение, 2007 -400 с.*

ОПТИМИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЛИНИЙ РАДИОСВЯЗИ

Дворников Сергей Викторович
доктор технических наук, профессор

Губарева Елизавета Георгиевна
кандидат экономических наук

Бальшева Ольга Леонидовна

Петров Павел Николаевич

доктор технических наук, профессор

*Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения*

г. Санкт-Петербург, Россия

Повышению эффективности функционирования линий радиосвязи посвящен ряд работ [1-4]. Вместе с тем анализ современных источников, отражающих проблему синтеза алгоритмов функционирования радиолиний, показывает, что задача разработки режимов функционирования линий радиосвязи в условиях динамически изменяющегося деструктивного воздействия является актуальной.

Решение данной задачи может быть получено на основе различных методов. В данной работе разработаем структурно-функциональную модель линии радиосвязи на основе методов теории управления, теории систем, исследования операций. Для этого определим структурную модель радиолинии. Получим оптимальные стратегии управления ресурсами радиолинии, определяющие режим ее функционирования.

Разработаем обобщенную модель радиолинии при отсутствии негативных воздействий на ее функционирование. Формализуем процесс управления. Далее на основе полученной модели структурируем модель радиолинии при негативных воздействиях.

Обобщенная модель радиолинии может быть определена на основе теории управления, теории систем. Если процесс формализуем, то обобщенную модель радиолинии представим как:

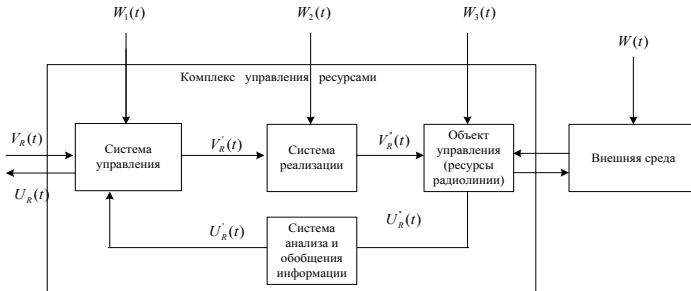


Рисунок 1. Обобщенная модель радиолинии

На обобщенной структурной схеме данное воздействие на систему управления представлено функцией $V_R(t)$. Данная функция является функцией времени и может быть нечетко формализована.

Функция $V'_R(t)$ характеризует принятие решение на управление системой управления. Область значений функции $V'_R(t)$ входит в область определения функции $V''_R(t)$. Реализация принятого решения на управление осуществляется системой реализации решений. Данная система уточняет функцию управления $V''_R(t)$ с учетом среды воздействия. Воздействие системы реализации решений определяется функцией $V''_R(t)$.

Функции $V_R(t)$, $V'_R(t)$, $V''_R(t)$ описывают воздействие системы управления и должны быть коррелированы. Независимость этих функций свидетельствует о разрыве контура управления либо об отсутствии единого критерия на управление.

Функции $U''_R(t)$, $U'_R(t)$, $U_R(t)$ замыкают контур управления. Эти функции представляют собой отображение состояния объекта управления. Данные функции реализует система анализа и обобщения информации.

В качестве объекта управления в модели на рис. 1 используются частотный, временной, энергетический и другие ресурсы радиолинии, которые определяют эффективность ее функционирования. Функции $W(t)$, $W_1(t)$, $W_2(t)$ характеризуют воздействие внешней среды на элементы модели.

Таким образом, модель на рисунке 1 реализует замкнутое управление ресурсами радиолинии. При практической реализации модели необходимо формализовать функции воздействия, отображения, воздействия среды. Строго математическая реализация данных функций в общем случае может быть не определена. В этом случае для решения данной задачи могут быть использованы методы теории управления. Тогда данные функции преобразуются в вектор цели, вектор состояния, вектор ошибки.

Использование элементарных методов управления на определенном временном интервале T определим коэффициентом использования элемен-

тарных методов управления. Под коэффициентом использования i -того элементарного метода будем понимать отношение суммарного временного интервала использования данного метода $\tau \sum_i$ к длительности временного интервала T :

$$\alpha_i = \frac{\tau \sum_i}{T}. \quad (1)$$

За время T совокупность элементарных методов управления комплексов управления радиолинией и воздействий не меняются.

Коэффициенты α_i образуют вектор использования элементарных методов системой управления ресурсами радиолинии

$$A = \|\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_m\|. \quad (2)$$

Аналогично определим вектор использования элементарных методов комплекса управления воздействием

$$B = \|\beta_1 \beta_2 \dots \beta_m\|. \quad (3)$$

Будем полагать известными вектор эффективности функционирования радиолинии в условиях отсутствия противодействия $P_{\text{mm}} = \|P_{\text{mm}1} \dots P_{\text{mm}m}\|$, а также в условиях преднамеренного воздействия комплекса воздействий $P_{\text{mm}} = \|P_{\text{mm}1} \dots P_{\text{mm}m}\|$.

Необходимо определить вектор $A = \|\alpha_1 \alpha_2 \dots \alpha_m\|$, при котором обеспечивается гарантированная эффективность функционирования радиолинии.

С учетом данных определений и ограничений эффективность функционирования радиолинии при воздействии комплекса воздействий определим как

$$\Phi(P_{\text{mm}}, V'_R, V'_S) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m \alpha_i \cdot \beta_j \cdot P_{ij}, \quad (4)$$

где P_{ij} – эффективность функционирования радиолинии при применении i -того элементарного метода и воздействии j -того метода управления комплекса воздействий.

Предположим, что стратегия системы управления радиолинией направлена на максимизацию функционала (3), а стратегия управления комплексом воздействия на его минимизацию.

В такой постановке задачи формирование оптимальной стратегии управления функционированием радиолинии определяется решением антагонистической матричной игры размером $m \times m$ $\Gamma = \langle \Phi(P_{\text{mm}}, V'_R, V'_S) \{V'_R\}, \{V'_S\} \rangle$, в которой известны элементарные методы управления системы управления радиолинией V'_R и системы управления комплекса воздействия V'_S .

В качестве примера рассмотрим функционирование линии радиосвязи, эффективность функционирования которой в условиях непреднамеренных помех определяется вектором $P_{\text{mm}} = \|0.71 \ 0.75 \ 0.69 \ 0.79 \ 0.81 \ 0.85 \ 0.82 \ 0.71 \ 0.92 \ 0.95\|$,

и вектором $P_{\text{ин}} = \|0.41 \ 0.3 \ 0.34 \ 0.4 \ 0.65 \ 0.69 \ 0.67 \ 0.71 \ 0.73 \ 0.75\|$, в условиях дополнительного воздействия комплекса воздействий.

Решением игры является $Val(\Gamma) = \Phi^*(P_{\text{ин}}, V'_R, V'_S) = 0.85$ при $A' = A_{\text{отт}} = \|0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0.275 \ 0 \ 0.275 \ 0.231 \ 0.22\|$ $B^* = B_{\text{отт}} = \|0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0.008 \ 0 \ 0.127 \ 0.37 \ 0.5\|$.

При отсутствии противодействия (модель радиолинии на рисунке (1)) задача теории игр преобразуется в задачу линейного программирования. Эффективность функционирования линии радиосвязи в этом случае определим выражением

$$\Phi(P_{\text{ин}}, V'_R) = \sum_{i=1}^m \alpha_i P_i \cdot \quad (5)$$

Задача линейного программирования сводится к получению оптимального значения выражения (5). Для решения задачи линейного программирования возможно использование симплекс метода.

При отсутствии ограничений на значения коэффициентов использования элементарных методов в качестве оптимальной стратегии получим один элементарный метод управления.

В качестве примера предположим, что используется 10 элементарных методов управления ресурсами радиолинии. Вектор эффективности имеет вид $P_{\text{ин}} = \|0.41 \ 0.3 \ 0.34 \ 0.4 \ 0.81 \ 0.85 \ 0.82 \ 0.87 \ 0.92 \ 0.95\|$. Решением задачи оптимального управления в данном случае является вектор $A_{\text{отт}} = \|0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.01 \ 0.42 \ 0.5\|$, при котором $\Phi_{\text{max}}(P_{\text{ин}}, V'_R) = 0.91$. При отсутствии ограничений получаем использование только одной десятой стратегии, а эффективность управления при этом достигает $\Phi_{\text{max}}(P_{\text{ин}}, V'_R) = 0.95$.

При применении вышеизложенного подхода необходима детерминизация всех элементарных методов управления, а также значений эффективности их применения. Это существенно ограничивает разработку оптимальных стратегий управления ресурсами радиолиний военного назначения. Поэтому дальнейшее направление исследований авторы связывают с анализом чувствительности и устойчивости разработанных алгоритмов, а также разработку алгоритмов функционирования перспективных радиосредств на основе других подходов, свободных от данных ограничений.

Литература

1. Скляр Б. *Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение, 2-е издание.: Пер. с англ.* – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.
2. *Адаптивные автоматизированные системы военной радиосвязи / Ю. П. Килимник, Е. В. Лебединский, В. К. Прохоров, А. Н. Шаров; Под ред. А. Н. Шарова.* – Л.: ВАС, 1978. – 284 с.

3. Помехозащищенность систем радиосвязи / В. И. Борисов, В. М. Зинчук, А. Е. Лимарев и др.; Под ред. В. И. Борисова. – М.: Радио и связь, 2000. – 384 с.

4. Прокис Дж. Цифровая связь / Пер. с англ.; Под. ред. Д. Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 2000. – 800 с.

СПЕКТРОСКОПИЧЕСКАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ ГАЗООБРАЗНОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА

Ваганов Михаил Александрович

кандидат технических наук

Лебедев Вячеслав Федорович

кандидат технических наук

Нефедов Вячеслав Григорьевич

кандидат технических наук

*Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения, Санкт-Петербург, Россия*

В данной работе предлагается принцип построения спектроскопической системы на базе эмиссионной и лазерно-искровой эмиссионной спектрометрии, позволяющей выполнять контроль процессов горения газообразного углеводородного топлива на основе измерения множества заранее установленных спектроскопических информативных параметров. Рассматриваются спектроскопические информативные параметры, характеризующие процесс горения.

Ключевые слова: *контроль; спектроскопическая система; процессы горения; эмиссионная оптическая спектрометрия; лазерно-искровая эмиссионная спектрометрия; спектроскопические параметры.*

Введение

В мире большинство электрической энергии производится с использованием химической энергии сжигаемого органического топлива на тепловых электрических станциях. При этом в большинстве случаев на предприятиях энергетической, химической и нефтехимической промышленности в качестве топлива используется природный газ, основную часть которого составляет метан (СН₄) от 76 до 98 % [1]. Повышение качества контроля и оптимизации процессов горения на этих объектах не только позволяет уменьшить выбросы вредных веществ в атмосферу, но и повысить экономичность сжигания топлива и эффективность выработки электроэнергии. Этого можно достичь путем разработки и внедрения новых методов и технических средств контроля, позволяющих удовлетворить постоянно возрас-

тающие требования к мощностным и динамическим показателям вышеобъемных объектов.

В настоящее время принцип действия большинства существующих систем контроля процессов горения основывается на измерении косвенных признаков: температуры, давления, разряджения, контроле состава дымовых газов и т.п. [1,2], что существенно ухудшает информативность и достоверность контроля, снижает его быстродействие.

Протекание процессов горения характеризуется рядом информативных параметров, в том числе спектроскопических. Поэтому в данной работе для решения задачи контроля предлагается применение методов прикладной оптической спектрометрии, где система контроля, построенная на базе оптических спектрометров, измеряет оптическое излучение, несущее спектроскопическую информацию о контролируемом процессе, и может заменить большую часть контрольно-измерительной аппаратуры, расположенной на объекте.

Постановка задачи эксперимента

Проведение контроля процессов горения на теплоэнергетических объектах с помощью методов прикладной оптической спектрометрии подразумевает применение прибора контроля в форме оптического спектрометра в условиях экстремально высокой температуры. Это требует применение методов дистанционной оптической спектрометрии, под которой понимается исключение непосредственного контакта спектральной аппаратуры с источником оптического излучения с помощью волоконно-оптической системы передачи анализируемого излучения [3].

Среди основных спектроскопических методов можно выделить следующие: эмиссионный, абсорбционный, рамановский люминесцентный и т.п. [4]. Большая часть этих методов может быть реализована только в лабораторных условиях. Для реализации дистанционного контроля процессов, протекающих в экстремальных условиях, предпочтительнее использовать эмиссионный и ЛИЭС методы. Это связано с тем, что спектральные приборы, реализующие эти методы, позволяют анализировать излучение от объектов, находящихся на определенных расстояниях в режиме реального времени. Эмиссионный метод предполагает, что ведется регистрация спектра, испускаемого источником оптического излучения, метод лазерно-искровой эмиссионной спектрометрии основан на измерении спектров вторичного излучения, образующегося в процессе формирования и эволюции плазмы при воздействии на исследуемое вещество сильного импульсного лазера. Для получения лазерной искры на поверхности исследуемых материалов обычно используются твердотельные лазеры с добротностью переключения и очень короткой длительностью импульса (около 10 нс) [5].

Процесс горения газообразного углеводородного топлива состоит в хи-

мическом соединении его с кислородом и протекает в виде разветвленной цепной реакции с большим выделением тепла. В качестве окислителя при сжигании топлива в котельных агрегатах используется атмосферный воздух, который представляет собой смесь газообразных веществ: кислород — 21 %, азот — 78 %, углекислый газ, инертные газы и др. — 1 % [1]. В данном случае большое значение имеет соотношение воздух-газ в смеси, входящей во фронт пламени. При этом внешний вид пламени и, следовательно, его спектр изменяются в зависимости от скорости подачи воздуха.

Поэтому в данной работе были определены спектроскопические информативные параметры, характеризующие процесс горения пропана для двух случаев: 1) спектроскопические параметры, определяемые эмиссионным методом; 2) спектроскопические параметры, определяемые ЛИЭС методом. Несмотря на то, что в промышленных печах используется природный газ, пропан был выбран из-за его доступности для проведения лабораторных исследований. Пропан также является газообразным углеводородным топливом как природный газ и имеет похожую спектральную характеристику.

Экспериментальное исследование спектроскопических параметров

Исследование спектральных характеристик излучения пламени пропано-воздушной смеси, проводился на стенде с применением двухкомпонентной горелки, в которой предусмотрено предварительное смешивание газа и воздуха, подаваемого компрессором. Функциональная схема стенда приведена на рисунке 1.

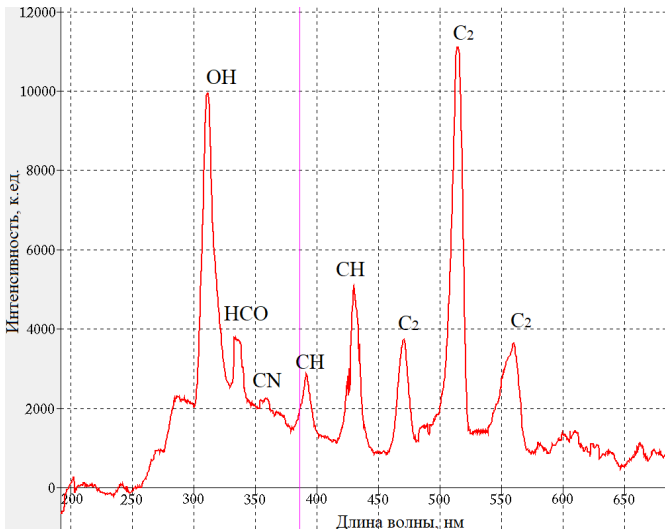


Рисунок 1. Схема экспериментального стенда

При выполнении измерений эмиссионным методом Nd:YAG лазер не был задействован, и спектрометр измерял спектр испускаемого пламенем излучения. В случае эмиссионного метода применялся спектрометр OceanOptics USB2000+, в случае ЛИЭС – двухканальный спектрометр AvaSpec-ULS4096CL-2-EVO, который был синхронизирован с лазером. Оба спектрометра являются дифракционными приборами. Перед измерениями была определена погрешность измерения данными приборами по калибровочному источнику - вольфрамовому галогенному источнику LS-1 (ф. OceanOptics), которая составила 3% и 2%, соответственно.

Эксперимент проводился при различных соотношениях газ/воздух от 0,5 до 2.

На рисунке 2 представлена спектрограмма, полученная на спектрометре эмиссионным методом при стехиометрическом горении.

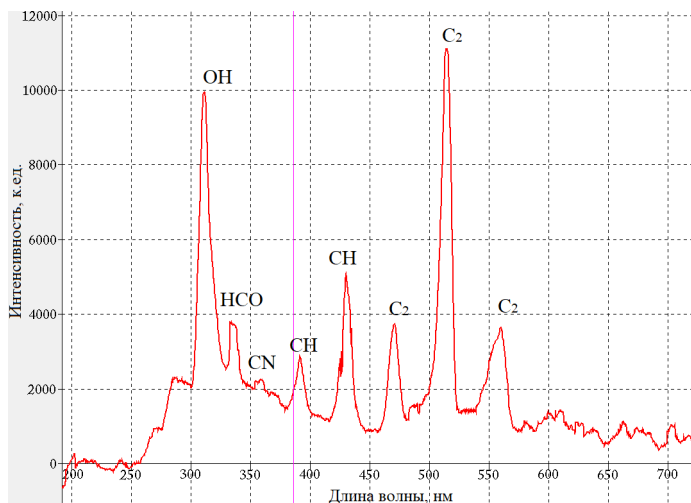


Рисунок 2. Спектрограмма при стехиометрическом горении (эмиссионный метод)

В спектре излучения пламени пропана присутствуют характерные спектроскопические параметры в виде интенсивных спектральных полос, соответствующих полосам: радикала OH с максимумом при 308 нм, углеводородного пламени HCO при 337,7 нм, CN при 358,8 нм, CH с максимумами при 390 нм и 434 нм, C2 с максимумами в районе 470 нм, 515 нм и 563,5.

На рисунке 3 представлена спектрограмма, полученная ЛИЭС методом при стехиометрическом горении.

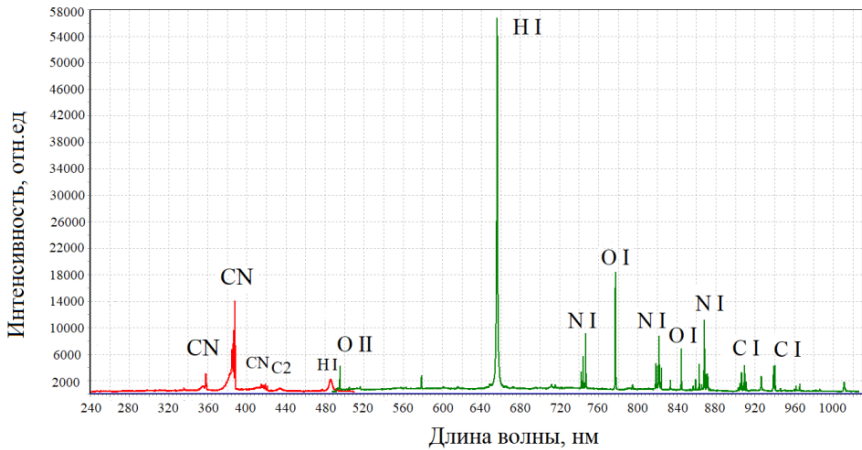


Рисунок 3. Спектрограмма при стехиометрическом горении (ЛИЭС метод)

Спектр излучения плазмы, образованной в пламени пропана, представляет собой своеобразную полосатую структуру в форме ряда специфических спектральных линий, соответствующих продуктам горения. Наиболее интенсивные линии соответствуют спектральным линиям водорода H (656,3 нм) и кислорода O (777 нм). Также наблюдаются менее интенсивные линии кислорода O (486,1 нм и 844,6 нм), азота N (дублет: 743,8 нм и 745,4 нм, 821,6 нм и 868,3 нм), углерода C (908,9 нм и 940,6 нм), а также молекулярные полосы излучения радикал CN (355-420 нм).

Сравнивая спектрограммы пламени, полученные эмиссионным и ЛИЭС методами, можно выделить одну особенность. При эмиссионной спектроскопии в спектре наблюдалась полоса радикала CN на длине волны 390 нм, а при ЛИЭС спектроскопии – полоса радикала CN на длине волны 389 нм. Это можно объяснить различной энергией возбуждения этих радикалов, и тем, что при ЛИЭС-спектроскопии спектрометр был синхронизирован с лазером и регистрировал спектр в определенное время, после возбуждения плазмы. В этот момент полосы CN также присутствовали в спектре пламени, но они затмевались более интенсивными полосами CN, поскольку плазма создавалась мощным лазерным излучением.

На основе результатов проведенного эксперимента можно сформировать ряд спектроскопических параметров, характеризующих процесс горения углеводородного пламени. Для ЛИЭС метода: H (656,3 нм), O (777 нм), N (746,8 нм), C (908,9 нм) и CN (389 нм), для эмиссионного: OH (308 нм), CH (434 нм), C2 (515 нм) и HCO (337,7 нм).

Концепция спектроскопической системы контроля

На примере горения углеводородного топлива возможно реализовать контроль, измеряя девять спектроскопических информативных параметров – наиболее интенсивных спектральных полос и линий (четыре эмиссионным методом и 5 методом ЛИЭС) и учитывая их взаимное соотношение.

В таком случае для решения задачи контроля процессов горения на базе методов прикладной оптической спектрометрии можно предложить спектроскопическую систему контроля, функциональная схема которой представлена на рисунке 4.

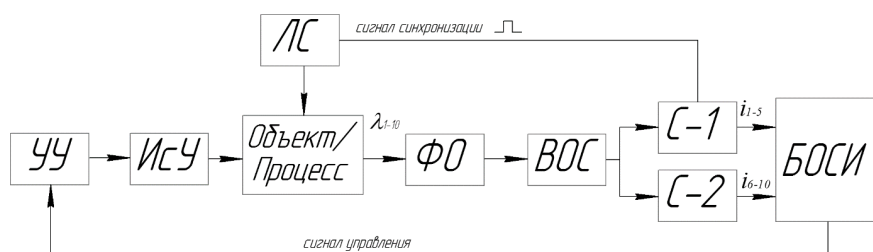


Рисунок 4. Спектроскопическая система контроля процессов горения

Представленная на рисунке 4 спектроскопическая система контроля состоит из двух подсистем: подсистема ЛИЭС анализа, основными функциональными узлами которой являются лазерная система (ЛС) и спектрометр (С-1) и подсистема эмиссионного анализа, в которой основной функциональный узел – спектрометр (С-2). Формирующая оптика (ФО) и волоконно-оптическая система (ВОС) в форме волоконно-оптического жгута относятся к двум подсистемам. Оптическое излучение, несущее спектроскопическую информацию о контролируемом процессе, поступает на формирующую оптику, в фокальном пятне которой находится общий входной торец волоконно-оптического жгута, конец жгута разделен на два световода для каждой подсистемы. Волоконно-оптическая система предназначена для передачи анализируемого излучения на заданное и безопасное для спектрометра расстояние от контролируемого объекта. Каждая подсистема измеряет соответствующие спектроскопические информативные параметры, обозначенные выше.

Подсистема эмиссионного анализа измеряет спектр излучения, непосредственно возникающего при горении углеводородного топлива. Спектральная обработка и детектирование анализируемого излучения происходит в спектрометре С-2. Результатом спектрального измерения является множество отсчетов фототока, поступающих с выхода приемно-регистрирующей части спектрометра. Каждый отсчет фототока соответствует определенно-

му спектроскопическому информативному параметру, определенным эмиссионным методом. Для работы подсистемы ЛИЭС анализа предусмотрено использование лазерной системы (ЛС), в состав которой входит мощный лазер Nd:YAG и расширитель пучка с фокусирующей линзой, для того чтобы организовать пробой в газовой среде с последующим созданием плазмы. Испускаемое излучение плазмы фокусируется во входной торец волоконно-оптического жгута. Спектральная обработка и детектирование анализируемого излучения происходит в спектрометре С-1. Результатом спектрального измерения является множество отсчетов фототока, поступающего с выхода приемно-регистрирующей части спектрометра. Каждый отсчет фототока соответствует определенному спектроскопическому информативному параметру, определенным методом ЛИЭС.

Полученные отсчетные значения фототока поступают в блок обработки спектроскопической информации (БОСИ) для оцифровки и последующей обработке по заданным алгоритмам. Блок анализирует данные и вырабатывает сигнал, поступающий на устройство управления (УУ), которое приводит в действие исполнительное устройство (ИсУ) для регулировки контролируемого процесса.

Выводы

В данной работе для решения задачи контроля процессов горения газообразного углеводородного топлива предлагается применение методов оптической спектроскопии. Получаемая спектроскопическая информация позволяет выполнять процедуру контроля, где вывод о состоянии контролируемого процесса делается на основании сопоставления и анализа множества параметров.

Были приведены результаты экспериментального исследования спектроскопических информативных параметров методами эмиссионной и лазерно-искровой эмиссионной спектрометрии. Выделены наиболее интенсивные спектральные линии и участки, характеризующие процесс горения газообразного углеводородного топлива. Измеряя значения интенсивности этих полос и учитывая их взаимное соотношение возможно реализовать контроль данного процесса горения.

Предложена концепция построения спектроскопической системы на базе эмиссионной и лазерно-искровой эмиссионной спектрометрии, позволяющей выполнять контроль процессов горения на основе измерения заранее установленных спектроскопических информативных параметров.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ): проект № 20-07-00648.

Список литературы

1. Соколов Б.А. *Котельные установки и их эксплуатация: учебник для нач. проф. образования. 2-е изд., испр. М.: Издательский центр «Академия». 2007. 432 с*
2. Новиков О.Н. Окатьев А.Н., Шкаровский А.Л. *Автоматическое управление качеством сжигания топлива – ключ к энергосбережению и энергоэкологической безопасности предприятия. Инженерные система, 2011. №1. С.38-43.*
3. Ваганов М. А. *Резонансный метод бесконтактного анализа оптических спектров и его техническая реализация для решения задач контроля процессов горения: дис. канд. тех. наук: Спец. 05.11.13: защищена 26.03.2014: утв. 05.10.2014/Ваганов Михаил Александрович. СПб., 2014. 152 с.*
4. Шмидт В. *Оптическая спектроскопия для химиков и биологов, под ред. С. В. Савилова; пер. с англ. Н. П. Ивановский. М: Техносфера, 2007. 363 с.*
5. Кремерс Д., Радziemски Л. *Лазерно-искровая эмиссионная спектроскопия. М: Техносфера, 2009. 360 с.*

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ СЕНСОРНЫХ СЕТЕЙ И МИКРОПРОЦЕССОРОВ STM ДЛЯ ПРИМЕРА РЕАЛИЗАЦИИ КОМПЛЕКСА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Цурков Сергей Андреевич

кандидат технических наук

Данилова Анастасия Сергеевна

Горелова Наталья Александровна

Санкт-Петербургский государственный университет

аэрокосмического приборостроения,

Санкт-Петербург, Россия

В настоящее время в связи с ухудшением экологической ситуации в мире, все большее значение приобретает внедрение и разработка систем экологического мониторинга, на основе новых технических решений и аппаратно-программных комплексов. В статье авторами предложен прототип современного устройства для дистанционного мониторинга окружающей среды, использующий технологию микроконтроллеров фирмы STMicroelectronics, а также представлен обзор технологий сенсорных сетей.

Подобное устройство может быть реализовано на основе технологии беспроводных сенсорных сетей и содержать следующие модули: метеодатчик; блок световой сигнализации; систему управления; интерфейсное устройство соединения с персональным компьютером, дополнительно снабженное блоком электропитания, сменным программируемым модулем, включающим микроконтроллер; внешнюю память и приемопередатчик, который соединен с блоком интерфейсов.

Сменный программируемый модуль содержит приемопередатчик, совместимый со стандартом IEEE 802.15.4 для работы в составе беспроводной сенсорной сети, и микроконтроллер, снабженный программным обеспечением, обеспечивающим совместимость микроконтроллера со стандартом IEEE 802.15.4 для работы в составе беспроводной сенсорной сети, что позволяет быстро функционально адаптировать заявляемое устройство под требования потребителя и снизить его стоимость.

Блок электропитания обеспечивает возможность стационарного или аварийного аккумуляторного питания, формирует необходимые напряжения

для безотказной работы системы.

Сменный программируемый модуль, блок интерфейсов и блок электропитания выполнены на печатной плате с габаритными размерами: длина от 50 мм до 150 мм, ширина от 25 мм до 75 мм, что позволяет повысить надежность; быстро адаптировать конструкцию для использования в составе других устройств.

Устройство для дистанционного мониторинга окружающей среды (рисунок 1) на основе технологии беспроводных сенсорных сетей содержит, по меньшей мере, один метеодатчик 1, устройство световой сигнализации 2, систему управления 3, сменный программируемый модуль 4, включающий микроконтроллер 5, внешнюю память 6 и приемопередатчик 7, соединенный с блоком интерфейсов 8, который соединен с выходом, по меньшей мере, одного метеодатчика 1, с интерфейсным устройством соединения с персональным компьютером 9, а также блоком электропитания 10.

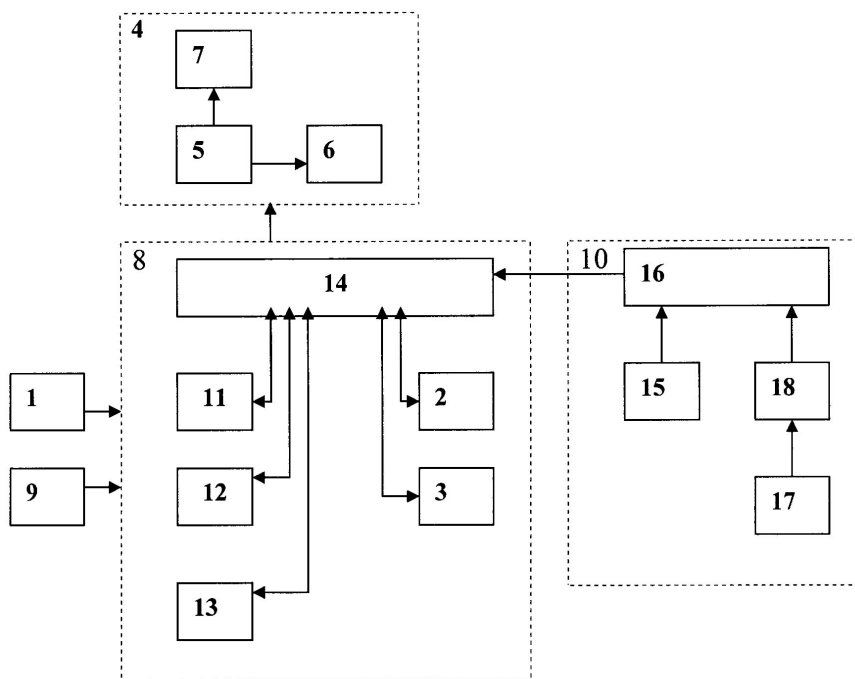


Рисунок 1. Устройство для дистанционного мониторинга окружающей среды

Устройство для дистанционного мониторинга окружающей среды на основе технологии беспроводных сенсорных сетей работает следующим образом: сигнал с метеодатчика 1, через блок интерфейсов 8 поступает на сменный программируемый модуль 4; микроконтроллер 5 через определенные отрезки времени по интерфейсу сопряжения 14 интерфейсного блока 8 считывает данные с метеодатчиков 1, обрабатывает и сохраняет их во внешней памяти 6. Приемопередатчик 7 принимает сигналы из беспроводной сенсорной сети, передает их в цифровом виде на микроконтроллер 5, который анализирует полученные данные, считывает из внешней памяти 6 сохраненную информацию и отправляет ее на приемопередатчик 7 для передачи в сеть. В случае, если происходит превышение измеренного значения метеопараметра выше предельно допустимого, то микроконтроллер 5 включает блок световой сигнализации 2 и, не ожидая сигнала запроса из беспроводной сенсорной сети, передает данные на приемопередатчик 5 для передачи в беспроводную сенсорную сеть.

Данное устройство позволяет улучшить эксплуатационные характеристики, заключающиеся в том, что имеет низкое энергопотребление, высокое быстродействие, так как сигналы с метеодатчиков в реальном масштабе времени поступают на обработку в микроконтроллер. За счет универсализации и возможности автономной работы устройство позволяет работать с различными типами метеодатчиков без изменения своей структуры и в составе сенсорной сети может осуществлять дистанционный мониторинг в труднодоступных местах.

Для сенсорной сети мониторинга используется архитектура «клиент – сервер – шлюз – сенсор». Архитектура представлена в таблице 1.

Таблица 1.

Архитектура сенсорной сети «клиент – сервер – шлюз – сенсор»

Компонент	Функция
Модуль-сенсор (включает один или несколько датчиков)	производит измерения параметров среды; производит частичную обработку (если требуется); обеспечивает двустороннюю цифровую связь с внешним миром; обрабатывает команды по изменению режима измерений (переход в сон).
Блок связи с модулем-сенсором (шлюз)	обеспечивает двухстороннюю цифровую радиосвязь с модулями-сенсорами; обеспечивает сохранение всех полученных от модуля данных «как есть», без семантики и интерпретации этих данных; передает полученные данные всем авторизованным подписчикам сервиса; ретранслирует модулю-сенсору команды управления, полученные от авторизованных подписчиков сервиса; предоставляет по запросу данные, полученные ранее от модуля-сенсора.

Сервер эксперимента	собирает данные с одного или нескольких блоков связи и обеспечивает сохранение и формирование семантики всех полученных данных; выдает сохраненные данные по запросу с рабочих мест исследователей.
Рабочее место исследователя	предоставляет графический интерфейс пользователя для управления системой; обеспечивает отображение, частичную обработку (семантики в том числе) и сохранение для детальной обработки экспериментальных данных, собранных модулями-сенсорами.
XML - протокол интерфейса между компонентами	обеспечивает универсальность и гибкость ПО управления сенсорной сетью, а также сжатие трафика с использованием априорной информации.

Алгоритм работы системы представлен на рисунке 2.



Рисунок 2. Схема функционирования сенсорной сети

Система опрашивает доступные шлюзы сети и определяет для них количество и тип устройств, с которыми есть связь. Далее для каждого найденного сенсора в семантической базе данных отыскивается его описание – параметры и ссылка на исполняемый код обработки данных с этого сенсора. Если данный частный тип сенсора не требует собственного кода обработки или код недоступен, будет использован код от более общего типа сенсоров

(суперкласса), включающего данный подтип. По параметрам сенсоров, описанным в семантической базе данных, генерируется интерфейс пользователя, позволяющий настраивать эти параметры. При этом параметры также могут быть типизированы, что позволяет настраивать их в соответствии с их смыслом (например, контролировать граничные значения в соответствии с текущими значениями параметров внешней среды – температуры, влажности, освещенности и т. д.).

Первичная обработка полученных от каждого такого сенсора данных, а также в случае необходимости соответствующих данных от метеодатчиков, осуществляется мобильным компьютером или контроллером. В качестве предпочтения реализации технического решения авторы предлагают рассмотреть технологию STMicroelectronics — европейского производителя электроники и микроэлектроники, входящего в число мировых лидеров индустрии по объёму продаж.

Компанию STMicroelectronics образовали из Thomson Semiconducteurs (Франция) и SGS Microelettronica (Италия) при их слиянии в 1987 г. Основные производственные мощности компании по-прежнему располагаются в этих двух странах, однако дизайн-центры существуют во всех частях света. Выбор микроконтроллеров STM для решения задач экологического мониторинга обусловлен наличием встроенных блоков Ethernet, необходимых для передачи данных на сервер, а также беспроводных промышленных интерфейсов ZigBee позволяющих осуществлять сбор данных с датчиков.

Протокол ZigBee основывается на подтверждениях передачи пакетных данных, повторных передачах данных и системе адаптивной маршрутизации. Также система адаптивной маршрутизации может обеспечивать альтернативные пути прохождения пакетов данных при наличии в действующей сети временно или постоянно отключенных (неисправных) узлов. Для поиска альтернативных путей прохождения пакета через сеть протокол ZigBee применяет алгоритм поиска маршрута, известный как вектор определения дистанции по требованию (On-demand distance vector — AODV). Наличие AODV делает систему гибкой, обеспечивая связь в случае повреждения узла сети или резкого ухудшения качества связи какого-либо ее участка. При обнаружении нескольких альтернативных путей связи с нужным узлом сети маршрутизатор ZigBee использует данные нескольких индикаторов, включая историю LQI для выбора оптимального пути прохождения пакета с наименьшей вероятностью повреждения данных.

Возможности маршрутизации ZigBee служит также и для другой важной цели — увеличения зоны покрытия. Достижимая дальность связи существенно зависит от выходной мощности передатчика, наличия препятствий в среде передачи, например, железобетонных стен, и интерференционных помех от других устройств. В отдельных сегментах сети узлы могут иметь

ограниченную выходную мощность, узлы другого сегмента находятся рядом с источниками интерференционных помех, мобильные узлы сети испытывают в некоторые моменты времени различные неблагоприятные воздействия и т. п. Адаптивная маршрутизация позволяет сетевой архитектуре постоянно изменяться: осуществлять переназначение узлов сети сегментам в режиме реального времени и быстро подключать новое оборудование. Таким образом удается установить больше оптимальных путей между физически близко расположенными узлами сети, что улучшает условия передачи данных, уменьшает количество ретрансляций и обеспечивает снижение потребляемой мощности. И поскольку, в результате работы протокола ZigBee формируется новая смешанная топология сети, наблюдается значительное увеличение зоны покрытия сетевой инфраструктуры по сравнению с простой топологией «звезда», в которой маршрутизация пакетов данных проводится через единственный центральный разветвитель (Hub)[3].

Возвращаясь к выбору микропроцессора, наиболее часто используемыми являются микроконтроллеры семейств STM32 — 32-битные микроконтроллеры, основанные на лицензированных ядрах ARM Cortex-M. STM выбирает конфигурацию и добавляет к готовой архитектуре ядер периферию собственной разработки — реализацию в кремнии стандартных интерфейсов I2C, USART/UART и т.д. Ядра Cortex-M разнятся от относительно высокопроизводительных Cortex-M7F (в STM32 H7 серии) с максимальной частотой до 480 МГц до энергоэффективных Cortex-M0 и Cortex-M0+ с частотой до 48 МГц в сериях STM32 F0 и G0 соответственно. Разрядность процессора в 32 бита означает возможность оперировать большими числами и адресовать больше памяти в сравнении с 8- и 16-битными микроконтроллерами, что позволяет задать больше функций на один чип. Кроме того, многие модели STM32 оборудованы также отдельным FPU (floating point unit, модулем вычислений с плавающей запятой), что значительно повышает точность и скорость вычислений на микроконтроллере. STM32 F4 — первая серия, основанная на ядре ARM Cortex-M4F и имеющая поддержку DSP и чисел с плавающей запятой. Расположение портов ввода/вывода совместимо с серией F7, а сам чип отличается большей тактовой частотой (от 84 до 180 МГц), имеет 64 КБ встроенной памяти, поддержку протокола I²S, встроенные часы реального времени и более быстрый АЦП.

STM32 — это платформа, в основе которой лежат микроконтроллеры STMicroelectronics на базе ARM процессора, различные модули и периферия, а также программные решения (IDE) для работы с аппаратными комплексами. Решения на базе STM активно используются благодаря производительности микроконтроллера, его удачной архитектуре, малом энергопотреблении, небольшой цене. В настоящее время STM32 состоит уже из нескольких линеек для самых разных предназначений [2].

Немаловажно, что семейство микроконтроллеров STM32 отличается от своих конкурентов отличной работоспособностью при температурах от -40С до +80 С.

Примечательно, что в ARM существует множество сред разработки. К самым известным и дорогостоящим относятся инструменты фирм Keil и IAR System. Программы этих компаний предлагают самые продвинутые инструментарию для оптимизации кода. Также дополнительно существуют различные системы – USB стеки, TCP/IP-стеки и прочие. Применяя системы Keil, пользователь получает хороший уровень технической поддержки.

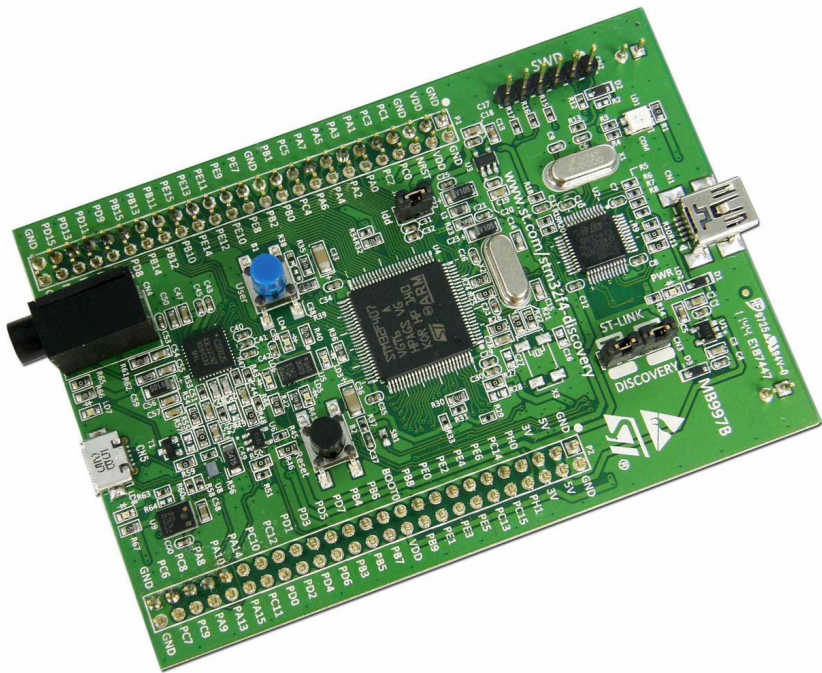


Рисунок 3. Плата Discovery микроконтроллера STM32

На рисунке 3 представлена плата Discovery микроконтроллера STM32. На этой плате есть встроенный программатор, который возможно подключить к компьютеру через USB кабель и использовать как в качестве программируемого микроконтроллера, так и для внешних устройств. Плата Discovery имеет полную разводку пинов с контроллера на пины платы. На

плату можно подключать различные сенсоры, микрофоны и другие периферийные устройства [2].

В заключении можно отметить, что применение технологии беспроводных сенсорных сетей WSN позволит решать задачи мониторинга окружающей среды, учитывая условия ограничения времени работы датчиков, образующих территориально-распределенную самоорганизующуюся систему сбора, обработки и передачи информации.

Область покрытия подобной сети может составлять от нескольких метров до нескольких десятков километров за счет способности ретрансляции сообщений от одного элемента к другому. Датчики организовываются в “ad hoc”-сети для выполнения какой-либо задачи, после чего “логически распадаются”. Вычислительные возможности сети растут в зависимости от числа ее участников. Увеличивается и полоса пропускания данных (если датчики соединяются не последовательно, а по так называемой “ячеистой топологии”) [4]. Наполнение окружающей среды гетерогенными (т. е. способными работать в разных средах и взаимодействовать с различными приборами) сенсорами приведет к формированию полноценной PAN (Personal area network) – “сети персонального пространства”, что, в свою очередь, значительно повысит возможности аналитического и практического исследования состояния окружающей среды.

Список источников

1. Горелова Н.А. Аналитические приборы / Н.А. Горелова, А.С. Данилова // учеб.-метод. пособие. ГУАП, 2021, с. 96.

2. STM32 – микроконтроллер для начинающих после Arduino. URL [электронный ресурс]: <https://arduino-master.ru/stm32/stm32-mikrokontroller-dlya-nachinayushhih-posle-arduino/> (дата обращения 20.11.2021)

3. Штрапенин Г. Интеграция технологии ZigBee в электронные устройства в свете решений Texas Instruments/Г. Штрапенин, Х. Куркеби, М. Браатен, С. Шатунов // Компоненты и технологии, № 12'2007, 2007, с. 130-134.

4. Портал о современных технологиях мобильной и беспроводной связи. Топология сети WI-FI. URL [электронный ресурс]: <http://1234g.ru/wifi/topologii-setej-wifi> (дата обращения 21.11.2021)

ИЗМЕРЕНИЕ СКОРОСТИ ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН В ПЬЕЗОПОДЛОЖКЕ

Жежерин Александр Ростиславович

кандидат технических наук, доцент

Параскун Артур Сергеевич

*Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения,
Санкт-Петербург, Россия*

Рассмотрен способ измерения скорости ПАВ в материале пьезоподложки с использованием оригинальной топологии устройства на ПАВ и векторного анализатора. Описаны используемые при измерениях характеристики устройства, методика измерения скорости и оценена точность измерения.

Ключевые слова: *пьезоподложка, скорость поверхностной акустической волны, встречно-штырьевой преобразователь, отражающая структура, частотные характеристики устройства, методика измерения.*

MEASUREMENT VELOCITY OF SURFACE ACOUSTIC WAVE IN SUBSTRATE

The method of measuring the surface acoustic wave (SAW) velocity in piezo substrate with use original topology of SAW device and vector analyzer is considered. The characteristics of the device used in the measurements, the method of speed measurement and the measurement accuracy are described.

Keywords: *piezo substrate, SAW velocity, interdigital transducer (IDT), reflective structure, frequency responses of the device, measurements technique*

В настоящее время фильтры на поверхностных акустических волнах (ПАВ) широко используются в различных радиотехнических устройствах. Например, в радиолокации для обнаружения и сопровождения быстролетающих объектов, в радиоизмерительной аппаратуре, в приемных аппаратах сотовой связи последних поколений. Они применяются в различных датчиках физических величин (давления, температуры, влажности, деформации и т.д). Фильтры на ПАВ используются в системах радиочастотной идентификации (RFID) [7]. Такие устройства обладают рядом существенных до-

стоинств: стабильности своих характеристик во времени (старение) и при изменении параметров окружающей среды (температуры, влажности, радиации); обладают малыми размерами; являются пассивными устройствами (не потребляют энергии при работе). Но, разработка фильтра требует определения, иногда с высокой точностью, ряда параметров элементов такого устройства. Одним их важнейших параметров является скорость ПАВ в материале подложки. Отклонение реальной скорости от ее значения, приводимое в справочниках, руководящих материалах и используемое при расчете устройства, может приводить к недопустимым искажениям частотных и временных характеристик проектируемых фильтров или даже нарушать его работоспособность.

На практике используются оптические и радиотехнические методы измерений. В частности, известен способ с использованием интерферометрической методики измерения скорости ПАВ [1]. Радиотехнические способы являются более доступными. Например, в [4] рассмотрен способ определения скорости, заключающийся в том, что в контролируемой пьезоподложке возбуждают ПАВ и принимают их двумя приемными ВШП, расположенными по разные стороны от излучающего ВШП. Принятые сигналы суммируют. Приемные ВШП расположены на разном расстоянии от входного ВШП. Задают и измеряют эту разность расстояний ΔL ($\Delta L = L_2 - L_1$). Точность измерения скорости зависит от точности измерения ΔL . Так как измерение производится на гармоническом сигнале, то существующий сигнал

3-го прохода оказывает влияние на неравномерность АЧХ устройства на ПАВ, уменьшая точность измерений. В методе не учтены погрешности используемой измерительной аппаратуры. Поэтому, такой метод не обладает достаточной точностью измерения скорости. Другие разновидности радиотехнических способов, например [2] и [3], будут обладать такими же недостатками.

В настоящей работе рассмотрен способ измерения скорости ПАВ, основанный на применении устройства на ПАВ (названного чувствительным элементом ЧЭ) и векторного анализатора, предложенный в [5]. Топология устройства показана на рис. 1.

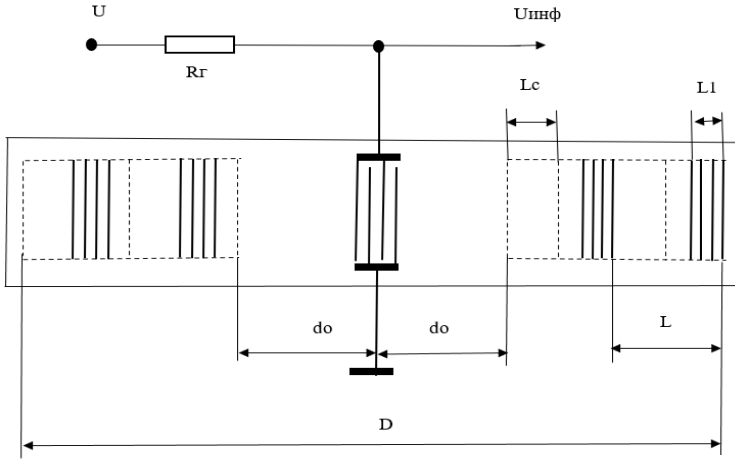


Рисунок 1. Топология чувствительного элемента

В ЧЭ применена дифференциальная отражающая структура (ОС), состоящая из двух эквидистантных поочередно прореженных систем канавок, расположенных на пьезоэлектрической подложке слева и справа от преобразователя ПАВ, с синфазным суммированием отраженных волн. ОС состоит из секций. L_c -длина секции, измеренная в количестве канавок. Прореживание ОС условно означает наличие в ней секций с канавками нулевой глубины, что эквивалентно свободному пространству подложки без канавок. Секции с канавками и без канавок поочередно чередуются. Секция может быть заполнена канавками не полностью. $L1$ - число канавок в секции. Если $L1 < L_c$, то в импульсной характеристике (ИХ) ЧЭ (представляющей собой последовательность р/импульсов-символов, образующихся в результате отражения короткого опросного импульса от канавок секций) образуются “дырки”. Длительность ИХ определяется общей длиной ОС, а значит, числом канавок в ОС. При постоянной длине ОС и постоянном L , меняя $L1$, можно менять коэффициент отражения ОС.

Интервалы do между краями правой и левой ОС и центром ВШП обеспечивают требуемую начальную задержку t_0 и синфазное суммирование отраженных волн. ЧЭ содержит симметричный ПАВ преобразователь встречно-штыревого типа без аподизации. Количество электродов в преобразователе, коэффициент металлизации, апертура выбраны таким образом, чтобы обеспечить активную составляющую входного сопротивления $R_{вх} = 50 \text{ Ом}$, реактивную составляющую $X_{вх} = 0$ (на рабочей частоте) ЧЭ, равное 50 Ом, для наилучшего согласования с 50- омным источником входного сигнала. При измерениях, проводимых с ЧЭ, использовался векторный анализатор

цепей Rohde&Schwarz ZNB4. Для исследования возможности применения устройства на ПАВ для измерения скорости акустической волны в подложке была разработана программа для ЭВМ по расчету $R_{вх}(f)$ и $X_{вх}(f)$ ЧЭ. Для разработки программы использовался метод эквивалентных схем [6]. В качестве подложки был выбран материал $YX 128^\circ LiNbO_3$. ВШП содержал 51 электрод, апертюра W равнялась 0.489мм. В качестве отражателей в ОС применялись канавки, на-глубина канавок. При расчете скорость ПАВ в материале подложки (материал из справочника) равнялась $V1 = 3997.9$ м/с, рабочая частота $fp1 = 433$ МГц. На рис. 2 и 3 представлены расчетные графики $R_{вх}(f)$ и $X_{вх}(f)$ при $h_a = 300\text{Å}$, $L_c = 50$, $L1 = 20$, $d_o = 800\lambda_o$, где λ_o – длина ПАВ в материале подложки.

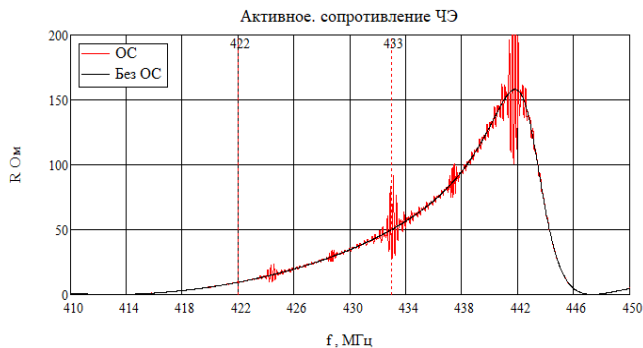
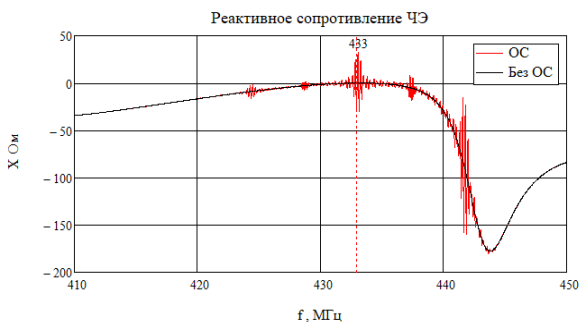


Рисунок 2. Расчетный график $R_{вх}(f)$



Рисунк 3. Расчетный график $X_{вх}(f)$

Плавные медленно меняющиеся кривые характеризуют ВШП - $R_{вх}(f)_{ВШП}$ и $X_{вх}(f)_{ВШП}$. Как видно на графиках, выбранные параметры ВШП обеспе-

чили $R_{вх}(fp1) = 50 \text{ Ом}$ и $X_{вх}(fp1) = 0$. Наложенная на эти кривые быстро осциллирующая функция определяется ОС. Для удобства анализа свойств ЧЭ будем рассматривать характеристику $R_{вх}(f)$. Зависимость $R_{вх}(f)$ ЧЭ обладает тем свойством, что минимум осцилляций находится на частоте $fp1$ (при использовании при расчете скорости ПАВ – $V1$). В этом случае ширина канавки ОС $p1 = \frac{\lambda_{oc1}}{4}$, где $\lambda_{oc1} = \frac{V1_{oc}}{fp1}$, где $V1_{oc}$ – скорость ПАВ в ОС.

Если считать $V1_{oc} = V1$ и $\lambda_{oc1} = \lambda_0$, то на частоте $fp1$ в ОС будет выполняться условие акустического синхронизма и коэффициент отражения отражающей структуры $|K_{oc}(f)|$ будет достигать максимума. Как видно из рис. 4, при $d_0 = 1600\lambda_0$ минимальное значение осцилляций наблюдается на частоте $fp1 = 433 \text{ МГц}$ (при расчетной скорости $V1$). Если скорость ПАВ изменится, например, уменьшится и станет равной $V2$, то в этом случае λ_0 –увеличиться. Считая, по - прежнему, $\lambda_{oc} = \lambda_0$ можно видеть, что для выполнения условия синхронизма нужно выполнение условия $\lambda_{oc2} > \lambda_{oc1}$. Это условие должно выполняться при соотношении $p2 = \frac{\lambda_{oc2}}{4}$, где $\lambda_{oc2} = \frac{V2}{fp2}$. Т.к

$p = p1$ было рассчитано при $V=V1$, то условие синхронизма в ОС при новой скорости $V2$ станет возможным, если $\lambda_{oc2} = \lambda_{oc1}$. При этом fp изменится и станет равным $fp2$. На рис.5 показано положение осцилляции $R_{вх}(f)$ при $V2 = 3975.74 \text{ м/с}$ (параметры ВШП даны для $V1$).

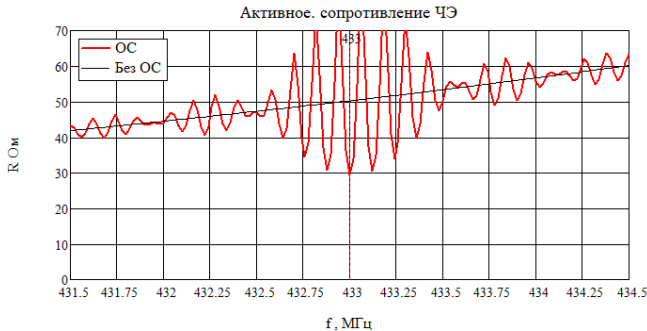


Рисунок 4. Положение минимума $R_{вх}(f)$ при $Vp1 = 3997.9 \text{ м/с}$, $d_0 = 1600\lambda_0$.

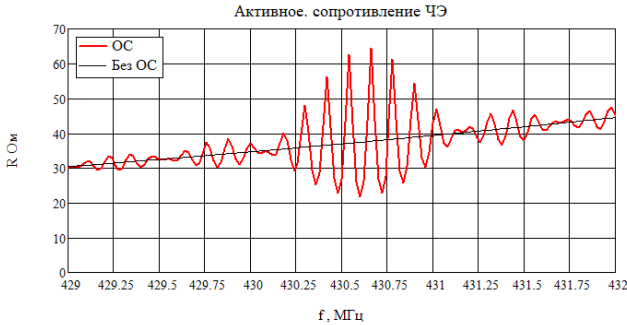


Рисунок 5. Положение минимума $R_{вх}(f)$ при $Vp2 = 3975.74$ м/с, $do = 1600\lambda_0$.

Видно, что минимум осцилляции $R_{вх}(f)$ сместился на $fp2 = 430.6$ МГц. Изменение рабочей частоты приведет к тому, что $R_{вх}(fp2) \neq 50$ Ом. При этом произойдет рассогласование R_g с $R_{вх}(fp2)$, уменьшение сигнала на входе ВШП и уменьшение величины размаха осцилляций. Т.к отражение теперь будет происходить при $\lambda_{ос2} > \lambda_{ос1}$, то $|K_{ос}(fp2)|$ уменьшится, что так же уменьшит размах осцилляций. Однако, полоса отражения $|K_c(f)|$, где $|K_c(f)|$ - модуль коэффициента отражения секции, $-\Delta f_c > \Delta f_{ос}$, где $\Delta f_{ос}$ – полоса отражения ОС. Поэтому произойдет небольшое уменьшение размаха осцилляций $R_{вх}(f)$.

Таким образом, как видно из расчета, изменение величины скорости в реально изготовленном образце по отношению к величине, используемой при расчете устройства, должно приводить к смещению по частотной оси минимума осцилляций $R_{вх}(f)$ (см. рис.4,5). Для наблюдения $R_{вх}(f)$ изготовленного образца, истинность величины скорости в подложке которого вызывает сомнение (по отношению к справочной величине), используется векторный анализатор. После калибровки прибора (на $R_{вх} = 50$ Ом), исследуемый образец ЧЭ подключается к анализатору и настраивается так, чтобы на экране наблюдать ту часть характеристики $R_{вх}(f)$, где наблюдается максимальный размах осцилляций и можно фиксировать минимальную величину осцилляции. Справедливо следующее рассуждение. Если при известной скорости $V1$ и расчетной частоте $fp1$, условие акустического синхронизма в ОС одновременно выполняется и на измеренной частоте $fp2$ (место расположения минимума осцилляций при измерении) при неизвестной скорости $V2$, то можно составить соотношение

$$V2 = \frac{fp2 * V1}{fp1}. \tag{1}$$

Значения $V1$ и $fr1$ задаются при расчете топологии устройства, $fr2$ – изменяется в эксперименте с изготовленным образцом. Точность определения $V2$ зависит от точности определения частоты минимума осцилляции $R_{вх}(f)$. Она зависит от расстояния между экстремумами осцилляций, которые определяют крутизну кривой осцилляции вблизи точки перегиба. Расстояние между экстремумами определяется расстоянием d_0 на топологии устройства. Это иллюстрируется на рис.6 и 7, где показаны $R_{вх}(f)$ для $d_0 = 800\lambda_0$ и $1600\lambda_0$.

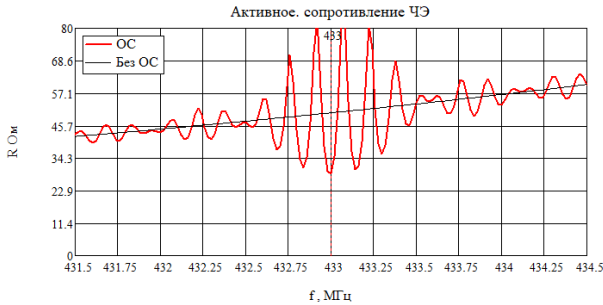


Рисунок 6. $R_{вх}(f)$ при $d_0 = 800\lambda_0$

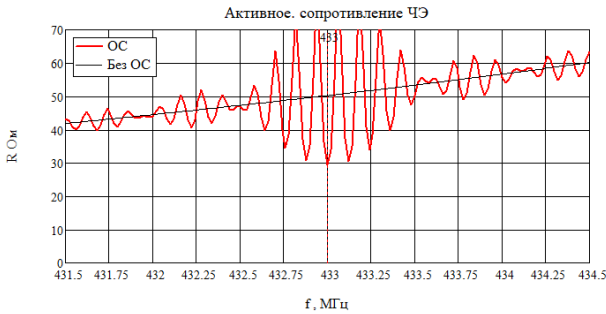


Рисунок 7. $R_{вх}(f)$ при $d_0 = 1600\lambda_0$

Проделанные расчеты были проверены экспериментально на изготовленном образце с применением векторного анализатора. Параметры образца были указаны выше. Расчетная частота $fr1 = 433\text{МГц}$, расчетная скорость ПАВ $V1 = 3997.9\text{м/с}$. Вид осциллограммы $R_{вх}(f)$ показан на рис. 8. Как видно, минимум осцилляции находится на частоте $fr2 = 430.63\text{МГц}$ (точка М3 на осциллограмме, скорость развертки – 300КГц/дел), что довольно хорошо согласуется с результатами расчета. Таким образом, зная исходные данные $fr1$ и $V1$, применяемые при расчете характеристик ЧЭ, и измерив в эксперименте с опытным образцом (изготовленным с использованием указанных

данных)- f_{p2} , по соотношению (1) можно рассчитать V_2 .

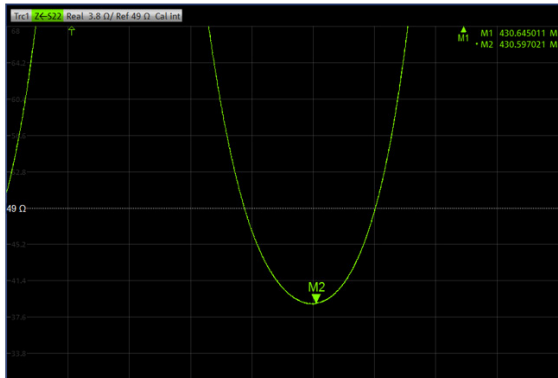


Рисунок 8. Осциллограмма $R_{вх}(f)$ опытного образца (скорость развертки 200 КГц/дел).

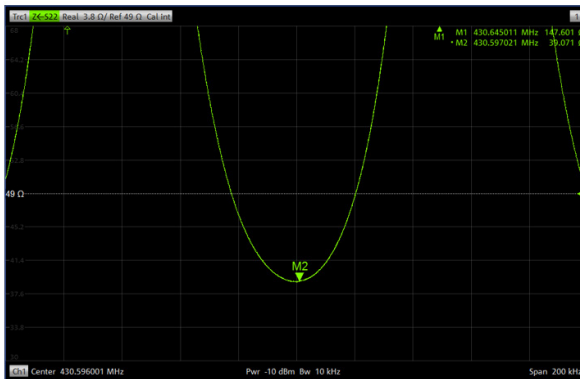


Рисунок 9. Осциллограмма $R_{вх}(f)$ - скорость развертки 20 КГц/дел.

Точность определения f_{p2} будет определять точность расчета V_2 . На рис 9 показано положение минимума осцилляции при скорости развертки на экране анализатора 20КГц/дел. Можно использовать для определения разности по частоте 2-х минимумов осцилляции критерий разрешения Релея. Если считать, что оператор сможет различить по этому критерию расстояние между двумя экстремумами - Δf в 10 КГц (анализатор позволяет иметь такое разрешение), то при $f_{p1} = 433$ МГц относительная погрешность определения скорости V_2 - ε будет равна

$$\varepsilon = \frac{\Delta f}{f_{p1}} * V_1 = 0.092 \approx 0.1 м / с. \quad (2)$$

Такое разрешение по скорости больше, чем на порядок превышает разрешение при оптическом методе измерений, не требуя сложного оборудования и специального программного обеспечения. Используемый векторный анализатор имеет разрешающую способность по частоте на порядок выше, чем использовалась при эксперименте. Поэтому при определенной квалификации человека, производящего измерение, точность определения скорости может быть еще повышена.

Фирма-производитель обычно гарантирует направление главной оси вырезаемой пьезоподложки. Уточнив скорость распространения ПАВ в одном образце, можно распространить результат на всю используемую партию пьезоподложек.

Применение в производстве данного способа высокоточного определения фактической скорости распространения ПАВ в пьезоподложке позволит точнее рассчитать топологию ЧЭ для каждого конкретного кристалла подложки, и повысить эффективность создания устройств на ПАВ при снижении производственных затрат.

Библиографический список

1. Колосовский Е. А, Царев А. В, Яковкин И. Б. Улучшенная методика измерения скорости ПАВ в анизотропных структурах // *Акустический журнал*, 1998, т. 44, №6,
2. С. 793-800.
3. Симаков И. Г, Гулгенов Ч. Ж. Регистрация изменения амплитуды и скорости релеевских волн на поверхности пьезоэлектрика. // *Вестник Бурятского Государственного Университета*, 2011, №3, С. 216-220.
4. Авторское свидетельство СССР № 1490501 Способ измерения скорости поверхностных акустических волн // *опубл. 30.06.1989, МПК G01H 5/00.*
5. Авторское свидетельство СССР № 1298549 Способ измерения скорости
6. поверхностных акустических волн // *опубл. 23.03.1987, МПК G01H 5/00.*
7. Патент RU № 2738454 C1 Способ измерения скорости поверхностных акустических волн в пьезоподложке // *опубл. 14.12.2020, МПК G01H 5/00.*
8. K. Inagava, M. Koshiha. Equivalent networks for SAW interdigital transducers. // *IEEE Transactions on UFFC*, vol.41, No 3, 1994.
9. И.Г. Анцев и другие. Пассивные беспроводные датчики и радиометки на принципах функциональной электроники // *М.: Наука, 2021.-518с.*

ФОРМИРОВАНИЕ ВЕКТОРА ВЫХОДА В СИСТЕМЕ МНОГОАЛЬТЕРНАТИВНОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ОПТИЧЕСКИХ ДИФРАКЦИОННЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

Москалец Олег Дмитриевич

кандидат технических наук, доцент

Казаков Василий Иванович

кандидат технических наук

Параскун Артур Сергеевич, Сердюк Ксения Владимировна

Санкт-Петербургский государственный университет

аэрокосмического приборостроения,

Санкт-Петербург, Россия

***Аннотация.** Рассматривается возможность многоальтернативного автоматического управления физическими и физико-химическими процессами, которые сопровождаются оптическими излучениями, посредством формирования векторов выхода на базе спектроскопических измерений дифракционным спектральным прибором. Рассматривается применение дифракционных спектральных приборов (решеточного и призменного) в качестве составной части системы многоальтернативного автоматического управления. Также показано формирование комплексного мгновенного спектра колебаний оптического излучения в рамках нового подхода к описанию действия дифракционных спектральных приборов и получение оценки энергетического спектра анализируемого оптического излучения со спектральным окном Бартлетта. Считывание спектра с помощью ПЗС-линейки позволяет сформировать на основе полученных фототоков каждого пикселя векторы выхода и, тем самым, реализовать возможность многоальтернативного автоматического управления.*

***Ключевые слова:** система автоматического управления, оптическое излучение, спектральное устройство, спектральные измерения, выходные векторы, решетчатый спектральный прибор, призменное спектральное устройство.*

Введение

Методы оптической спектроскопии находят применение в самых различных областях науки и техники. Традиционными применениями оптической спектроскопии являются ядерная физика, изучение структур молекул, химическая кинетика, квантовая электродинамика, физика плазмы, астрономия, изучение различных физических и физико-химических процессов, например, процессов горения, и др. В работе [1] обозначено принципиально новое направление применения методов оптической спектроскопии. Речь идет о многоальтернативном автоматическом управлении [2] физическими или физико-химическими процессами, сопровождающимися электромагнитным излучением в оптическом диапазоне, в котором (управлении) вектор выхода, а в конечном счете сигнал ошибки, формируется посредством спектроскопических измерений.

Многоальтернативное автоматическое управление осуществляется в многоканальных системах [2], это предопределяет значительное количество датчиков различных физических величин, характеризующих тот или иной физический или физико-химический процесс. С другой стороны, информация, получаемая с помощью системы датчиков, неизбежно содержится в спектре оптического излучения, которое сопровождает управляемый физический или физико-химический процесс. Это обуславливает возможность применения спектроскопических измерений при реализации многоальтернативного автоматического управления физическими и физико-химическими процессами, которые сопровождаются электромагнитным излучением в оптическом диапазоне. В первую очередь имеются в виду процессы горения, их оптические спектры содержат многостороннюю и обширную спектроскопическую информацию о протекании этого процесса, которая может быть использована для формирования вектора выхода многоальтернативной системы автоматического управления.

Сущность предлагаемого метода заключается в том, что эта многосторонняя и обширная спектроскопическая информация, которая выдается в результате измерения спектра на заранее определенных частотах (длина волн), является вектором выхода в многоальтернативной системе автоматического управления и заменяет вектор выхода, который в известных системах обычно формируется с помощью совокупности датчиков с соответствующей совокупностью измерительных устройств. Таким образом совокупность датчиков и соответствующая совокупность измерительных устройств, заменяется одним оптическим спектральным прибором, выполняющим измерение эмиссионного спектра. В качестве оптических спектральных приборов предлагается использовать решеточный и призмный дифракционные спектральные приборы.

Возрастающая с каждым годом тенденция к интеграции все большего

количества датчиков в единую контролируемую систему, например, интернета вещей, диктует современные тренды развития таких систем. По мнению одной из ведущих в области производства датчиков TE Connectivity, в настоящее время наблюдается тренды к миниатюризации (miniaturization), снижению энергопотребления (low power) и слияния датчиков (sensor fusion) [3]. Этим трем трендам соответствует предлагаемое в работе замена множества классических датчиков – одним спектроскопическим.

1. Многоальтернативная система автоматического управления на базе спектроскопических измерений

Основой функциональной схемы многоальтернативной система автоматического управления, где вектор выхода сформируется по результатам спектроскопических измерений, принята функциональная схема многоканальной системы автоматического управления [4], которая приведена на рис.1, эта система может быть многосвязной.

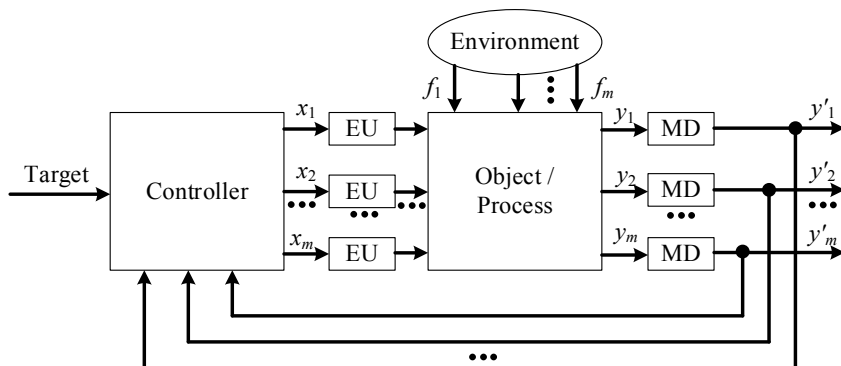


Рисунок 1. Функциональная схема многоканальной системы автоматического управления

На рисунке 1 приняты следующие обозначения: Controller – система управления; x_k - входные переменные; EU – исполнительные устройства; Environment – внешняя среда; f_k - возмущающие воздействия; Object/Process – управляемый объект/процесс; y_k - регулируемые переменные; MD – измерительные устройства; y'_k - выходные переменные, которые объединяются в вектор выхода $\{y'_k\}$.

Переход от схемы, представленной на рис.1, к схеме многоальтернативной системы автоматического управления, где вектор выхода формируется по результатам спектроскопических измерений, состоит в следующем: во-

первых, система измерительных устройств {EU} заменяется одним измерительным устройством - оптическим дифракционным спектральным прибором - решеточным или призмным, на вход которого падает оптическое излучение, порожденное управляемым физическим или физико-химическим процессом и несущее информацию о его течении, и заменяющее систему векторов $\{y_j\}$; формирование вектора выхода $\{y'_k\}$ выполняется путем считывания спектроскопической информации с помощью ПЗС-линейки, эта информация извлекается с помощью пикселей, соответствующих тем узкополосным участкам спектра, по которым осуществляется управление; во-вторых, устройство управления дополняется устройством расстановки приоритетов управления по тому или иному компоненту вектора выхода $\{y'_k\}$.

Соответствующая функциональная схема многоальтернативной системы автоматического управления представлена на рис.2.

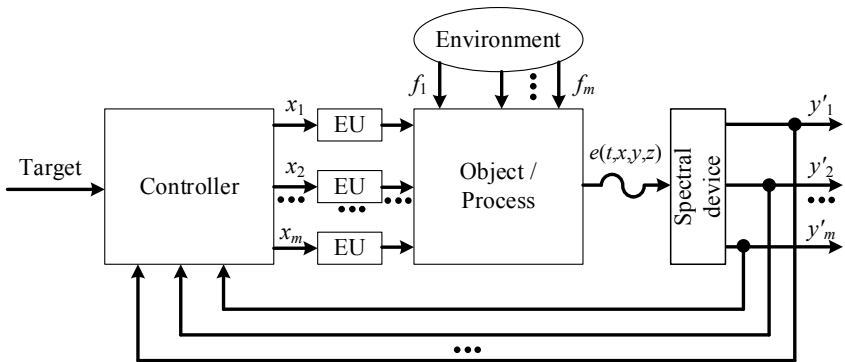


Рисунок 2. Функциональная схема многоальтернативной системы автоматического управления, где вектор выхода формируется по результатам спектроскопических измерений

В отличие от схемы, приведенной на рис.1 в схеме на рис.2 введены следующие обозначения: $e(t,z)$ оптическое излучение, несущее спектроскопическую информацию об объекте/процессе управления; SD - оптический спектральный прибор, в данном случае это дифракционный - решеточный или призмный.

Оптическая схема дифракционного спектрального прибора, приведенная на рисунке 3.

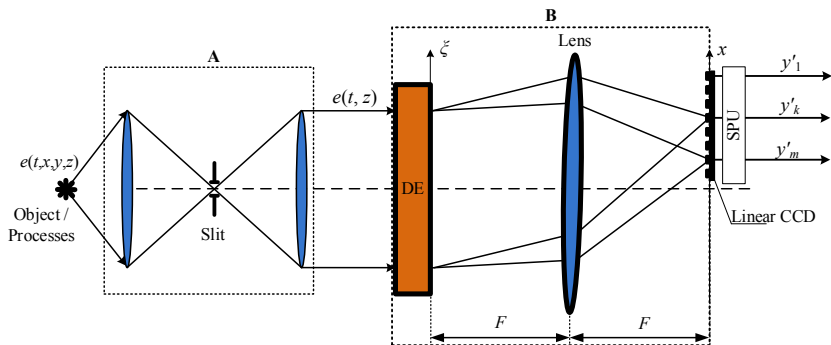


Рисунок 3. Оптическая схема оптического дифракционного спектрального прибора

Оптический дифракционный спектральный прибор содержит формирующую оптику **A** и анализирующую систему **B**. Назначение формирующей оптики заключается в формировании из излучения $e(t,x,y,z)$, сопровождающего управляемый физический или физико-химический процесс, однородной плоской волны $e(t,z)$, которая падает на вход анализирующей системы. Анализирующая система включает линейную и нелинейную части. Линейная часть включает диспергирующий элемент DE - дифракционная решетка или призма, два слоя свободного пространства и положительную линзу между ними. Нелинейной частью анализирующей системы является ПЗС - линейка, с помощью которой формируется вектор выхода $\{y'_k\}$ многоальтернативной системы автоматического управления. Поскольку вектор состояний описывается дискретной математической структурой, то результаты спектроскопических измерений должны выдаваться в форме отсчетных значений измеряемого спектра. Такие отсчетные значения могут быть получены, если считывание спектроскопической информации выполняется с помощью ПЗС-линейки после соответствующей обработки блоком обработки сигналов SPU – signal processing unit.

2. Комплексные спектры в дифракционных спектральных приборах

Исчерпывающей характеристикой линейной анализирующей части спектрального прибора является её комплексная аппаратная функция, которая устанавливается при воздействии на анализирующую систему спектрального прибора однородной плоской монохроматической световой волны. С позиций когерентной оптики [5] комплексная аппаратная оптического диф-

рационного спектрального прибора является пространственное преобразование Фурье функции пропускания диспергирующего элемента при различных угловых частотах ω' падающей на диспергирующий элемент однородной плоской монохроматической световой волны:

$$K(\omega', x, t) = \exp(i\omega't) \int_{-L/2}^{L/2} T(\xi) \exp(-i\omega'x\xi / c_0F) d\xi, \quad (1)$$

где $K(\omega', x, t)$ комплексная аппаратная функция; x – координата в выходной плоскости оптического когерентного Фурье-процессора; $T(\xi)$ – функция пропускания диспергирующего элемента, t – текущее время; $(\omega'x / c_0F) = \omega'_x$ – пространственная частота; L – размер апертурной диафрагмы, c_0 – скорость света.

На рисунке 5 представлена функция пропускания диспергирующего элемента в форме амплитудной дифракционной решетки

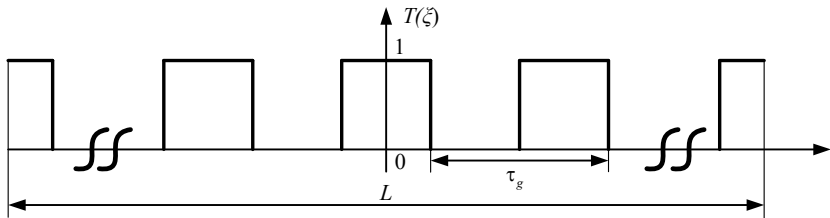


Рисунок 5. Функция пропускания амплитудной дифракционной решетки

Функция пропускания амплитудной дифракционной решетки может быть разложена на промежутке $(-L/2, L/2)$ в экспоненциальный ряд Фурье [6]:

$$T(\xi) = \sum_{n=-\infty}^{n=\infty} C_n \exp(in\Omega_g \xi), \quad (2)$$

где $\Omega_g = 2\pi / L$ – пространственная «угловая» частота "первой гармоники" разложения.

Далее для определенности будет рассматриваться +1 член ряда (2), и соответствующий эквивалентный транспарант с функцией пропускания

$$T(\xi) = C_1 \exp(i\Omega_g \xi). \quad (3)$$

Подстановка выражения (3) в формулу (1) дает комплексную аппаратную функцию оптического решеточного дифракционного спектрального прибора [6]:

$$K_g(\omega, \omega', t) = \exp(i\omega't) \int_{-L/2}^{L/2} \exp(i\Omega'_g \xi) \cdot \exp(-i\omega_x \xi) d\xi = \exp(-i\omega't) \frac{\sin\{[\omega(x) - \omega']T_a(x) / 2\}}{\omega(x) - \omega'}, \quad (4)$$

где $\omega(x) = 2\pi c_0 F / \tau_g x$ - временная угловая спектральная частота в масштабе пространственной координаты x ; $T_a(x) = Lx / c_0 F$ - "время анализа".

Функции $\omega = \omega(x) = 2\pi c_0 F / \tau_g x$ и $T_a = T_a(x) = Lx / c_0 F$ в явном виде показывают изменение формы аппаратной функции и ее ширины, а значит, и разрешающей способности по шкале анализируемых частот (длин волн).

На рисунке 6 представлен диспергирующий элемент в форме призмы.

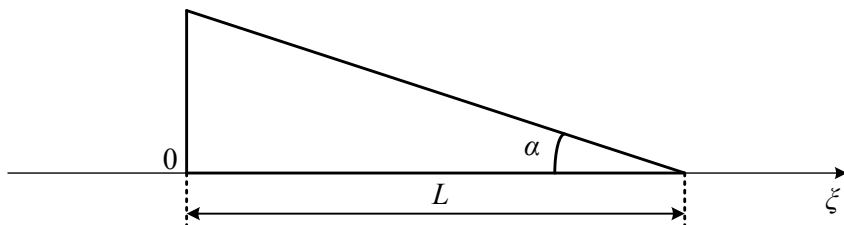


Рисунок 6. Диспергирующий элемент в форме призмы

Основными параметрами призмы являются: размер ее входной апертуры L , угол призмы α и коэффициент преломления материала призмы $n(\cdot)$, затухание в материале призмы не учитывается. Через эти параметры функция пропускания призмы, как фазового транспаранта, выражается в форме [7,8]:

$$T_a(\xi, \omega') = \exp\left[\frac{in(\omega')\xi tg\alpha}{c_0}\right], \quad (5)$$

которая преобразуется оптическим когерентным Фурье-процессором к форме [5]:

$$S(\omega_x, \omega', t) = \exp(i\omega't) \int_0^L \dot{T}(\xi, \omega') \exp(-i\omega_x \xi) d\xi, \quad (6)$$

где $S(\omega_x, \omega', t)$ - пространственно-временной сигнал в выходной плоскости оптического когерентного Фурье-процессора.

В работе [7,8] подробно показано получение выражения комплексной аппаратной функции дифракционного призмленного спектрального прибора в форме:

$$K_p(\omega, \omega', t) = \exp(i\omega't) \cdot \frac{\sin(\omega - \omega')T_a / 2}{(\omega - \omega')}, \quad (7)$$

где $\omega = \omega(x) = \frac{x}{F} n'(\omega_j) - \frac{n'(\omega_j)}{n(\omega_j)}$ - круговая временная спектральная частота, причем $n'(\omega_j) = \left. \frac{d}{d\omega'} \right|_{\omega_j} n(\omega') \Delta\omega'$, и $T_a = L(\omega_j + \Delta\omega') n'(\omega_j) / c_0$.

Связь между математическим спектром $S_0(\omega')$ и спектром физическим $S_a(\omega, t)$ (аппаратурным), т.е. получаемого с помощью дифракционного спектрального прибора, устанавливается с помощью линейного интегрального оператора в форме [9]:

$$S_a(\omega, t) = \int_{\Delta\Omega} K(\omega, \omega', t) S_0(\omega') d\omega', \quad (8)$$

где под $K(\omega, \omega', t)$ понимается аппаратная функция дифракционного спектрального прибора: решеточного (выражение 4) или призмленного (выражение 7).

На основании доказанного в работе [6] утверждению, любой оптический дифракционный спектральный прибор (как решеточный, так и призмленный) выполняет анализ мгновенного спектра оптического сигнала, который дается в форме линейного интегрального оператора.

3. Считывание спектрометрической информации и формирование вектора выхода

Полученные в задней фокальной плоскости пространственно-временные колебания в форме мгновенного комплексного аппаратурного спектра (8) подлежат фотодетектированию, что в результате дает характерный для оптических спектральных измерений энергетический спектр. Измерение энергетического спектра $\bar{G}(\omega)$ включает операцию вычисления функции $|S_a(\omega, t)|^2$ и операцию ее временного усреднения на промежутке $[-T_R, T_R]$, т.е.

$$\bar{G}(\omega) = \frac{1}{2T_R} \int_{-T_R}^{T_R} S_a(\omega, t) S_a^*(\omega, t) dt. \quad (15)$$

Интегрирование выражения (15) показало [6], что имеет место оценка энергетического спектра со спектральным окном Бартлетта.

Как отмечалось ранее, для формирования вектора выхода необходимо считывание спектрометрической информации с помощью ПЗС-линейки, ее условная схема приведена на рис.5.

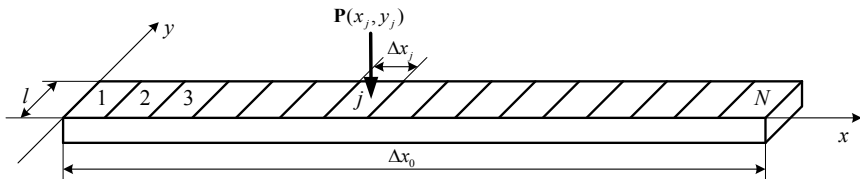


Рисунок 5. ПЗС-линейка (*j*-ый элемент)

Электрический ток в *j*-ом пикселе

$$i_j = \gamma \frac{q_e P}{\hbar \omega_j}, \quad (16)$$

где γ – квантовая эффективность; p – P – падающая на чувствительную поверхность *j*-ого пикселя мощность оптического излучения; \hbar – постоянная Планка.

Мощность p дается соотношением:

$$p = \iint_{\Delta S_j} \mathbf{P} ds, \quad (16)$$

где \mathbf{P} – вектор Пойнтинга; $\Delta S_j = \Delta x_j \cdot l$ – площадь чувствительной поверхности *j*-ого пикселя ПЗС – линейки.

Вектор Пойнтинга

$$\mathbf{P} = \mathbf{E} \times \mathbf{H} = |\mathbf{E} \times \mathbf{H}| s = \sqrt{\varepsilon / \mu} \cdot |\mathbf{E}|^2 s = \sqrt{\mu / \varepsilon} \cdot |\mathbf{H}|^2 s, \quad (17)$$

где \mathbf{E}, \mathbf{H} – электрический и магнитный векторы соответственно, s – единичный вектор; ε, μ – диэлектрическая и магнитная проницаемости соответственно.

Сопоставление выражений (14), (15), (16), (17) и (18) показывает, что значения энергетического спектра $\bar{G}(\omega)$ пропорциональны мощности p . Следовательно, ток с *j*-ого пикселя ПЗС-линейки дается соотношением:

$$i_j = \alpha l \int_{\Delta \omega_j} \bar{G}(\omega) d\omega, \quad (18)$$

где α – коэффициент пропорциональности; $\Delta \omega_j = \Delta x_j / Fn'(\omega_j)$ – для при-

зменного прибора, $\Delta \omega_j = \frac{(2\pi c_0 F) 2\Delta x_j}{T_g x_j^2}$ – для решеточного прибора.

Токи i_j позволяют сформировать векторы выхода $\{y'_k\}$ и тем самым реализовать возможность многоальтернативного автоматического управления физическими и физико-химическими процессами, сопровождающимися оптическим излучением.

Для получения вектора выхода при спектроскопических измерениях была разработана архитектура спектральных устройств на основе ПЗС линейки.

На рисунке 1 представлена структурная схема блока считывания и обработки полученных сигналов.

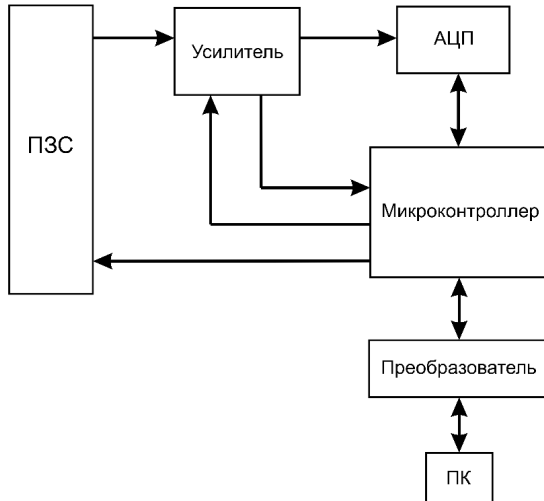


Рисунок 1. Структурная схема блока считывания и обработки полученных сигналов на базе ПЗС линейки

Данный блок представляет собой электронное устройство, состоящее из ПЗС линейки, схемы усиления, аналого-цифрового преобразователя, микроконтроллера и UART преобразователя.

Принцип работы устройства, разработанного на основе данной схемы, заключается в том, что после синхронизации ПЗС линейки микроконтроллером происходит выдача напряжения от первого пикселя линейки и поступает на вход схемы усиления, которая построена на базе операционного усилителя. Затем усиленный сигнал поступает на вход аналого-цифрового преобразователя, где данный сигнал представляется в цифровом виде. Далее оцифрованный сигнал поступает на вход микроконтроллера, для преобразования в понятный пользователю вид и передачи через UART преобразователь на ПК.

Затем микроконтроллер производит повторную синхронизацию путем подачи импульса сдвиговому регистру и процесс считывания полностью повторяется.

В рамках изложенной задачи микроконтроллер как устройство, принимающее и обрабатывающее полученные сигналы, может хранить и передавать их ПК. Также устройство может определять сигнал ошибки, производя соответствующие вычисления. Вычисления производятся микроконтроллером как разность между полученными данными и известными, ранее заложенными. Заложенные заранее данные получены от откалиброванного устройства. Эти данные отвечают некоторому условию, например появлению в области измерений опасных веществ или излучения, свидетельствующего о разрушительных процессах. Полученные векторы сигналов ошибок с n -го или ряда пикселей передаются в систему управления, где определяется последовательность действий для устранения нежелательных процессов в случае возникновения на основе полученных данных от различных источников. Один из вариантов включения данной системы приведен на рисунке 2.

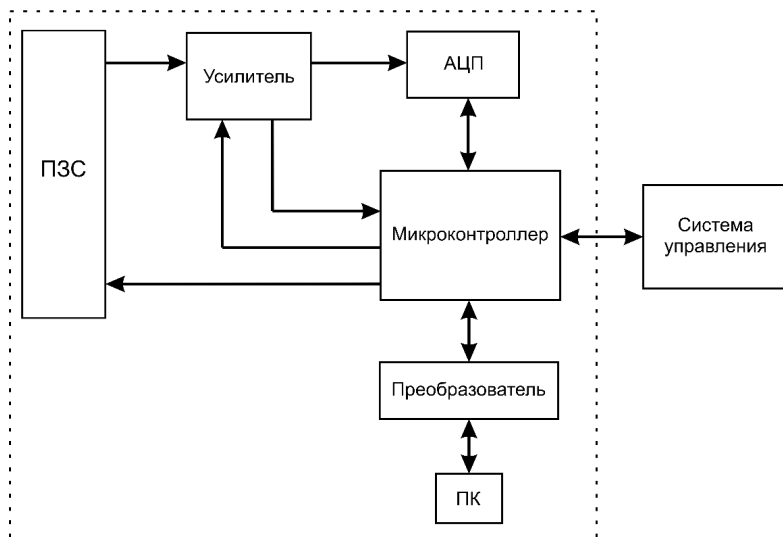


Рисунок 2. Структурная схема устройства считывания и подключенного к нему системы управления

Данные о выполняемых действиях могут передаваться от системы управления на ПК оператору через микроконтроллер. Таким образом, оператор может экстренно вмешаться в процессы исправления в случае неисправности. В этом случае команды, направленные на корректировку, отправляются через микроконтроллер в систему управления, где после успешного получения данных последовательность действий будет перестроена.

Заключение

Показана возможность многоальтернативного автоматического управления физическими и физико-химическими процессами, сопровождающимися оптическими излучениями, посредством формирования векторов выхода на базе спектроскопических измерений дифракционным спектральным прибором. Эти измерения выдают спектроскопическую информацию о различных сторонах течения названных процессов, которая может быть использована для многоальтернативного автоматического управления. При этом рассматриваются два типа дифракционных спектральных приборов: на базе дифракционной решетки и призмы.

Применение дифракционных спектральных приборов (решеточного и призмного) в качестве составной части системы многоальтернативного автоматического управления потребовало разработки альтернативного описания их действия. В рамках нового подхода к описанию действия дифракционных спектральных приборов показано, что в выходной плоскости этих приборов формируется комплексный мгновенный спектр колебаний оптического излучения. Дальнейшие преобразования этого спектра дают оценку энергетического спектра анализируемого оптического излучения со спектральным окном Барлетта.

Особенность считывания спектра с помощью ПЗС-линейки позволяет сформировать на основе полученных фототоков каждого пикселя векторы выхода и, тем самым, реализовать возможность многоальтернативного автоматического управления физическими и физико-химическими процессами, сопровождающимися оптическим излучением.

Благодарность

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, соглашение № FSRF-2020-0004, «Научные основы построения архитектур и систем связи бортовых информационно-вычислительных комплексов нового поколения для авиационных, космических систем и беспилотных транспортных средств».

Библиографический список

1. *М.А. Vaganov, O.D.Moskaletz. Применение бесконтактной оптической спектроскопии в задачах многоальтернативного автоматического управления физическими и физико-химическими процессами //Датчики и системы. 2019. №11. С. 5 -*

2. Подвальный С.Л., Васильев Е.М. Интеллектуальные системы многоальтернативного управления : принципы построения и пути реализации. // Всероссийское совещание по проблемам управления. ВСПУ 2014. Москва, 16 - 19 июля 2014. С.996 - 1007.

3. <https://www.te.com/usa-en/industries/sensor-solutions/insights/the-future-of-sensor-technology.html>

4. Мирошник, И.В. Теория автоматического управления. Линейные системы / И.В. Мирошник; СПб.: Питер. 2005. 336 с.

5. Папулис А. Теория систем и преобразований в оптике. Москва.; Мир, 1971. 496 с. (Papoulis A. Systems and transforms with applications in optic. McGraw - HILL BOOK COMPANY New York St. Louis Sun Francisco Toronto London Sydney)

6. Kazakov V.I., Kuryleva, A.S., Moskaletz D.O., Moskaletz O.D. Instantaneous spectra in spectral and correlation processing of dynamic signal devices of radio and optical ranges and their linear and nonlinear transformations // Proc. SPIE 10680, Optical Sensing and Detection V. 2018. P. 1068025

7. Complex spectra in a prism optical spectrum device. // XX International Conference for Young Researches. Wave Electronics and Its Applications in the Information and Telecommunication Systems. Saint - Petersburg, 26 - 30 June 2017. P. 175 - 179.

8. S. V. Kulakov, A. S. Kuryleva and K. V. Serdiuk, "Spectrum Analysis of Optical Pulses by Diffractive Spectral Devices," 2018 Wave Electronics and its Application in Information and Telecommunication Systems (WECONF), St. Petersburg, 2018, pp. 1-4, doi: 10.1109/WECONF.2018.8604302.

9. Moskaletz O.D. Classical and quantum approach to power spectrum measurement by diffractive methods, Proceedings of SPIE, 1999, Vol. 3900, P. 297-308

Научное издание

Наука и инновации - современные концепции

Материалы международного научного форума
(г. Москва, 3 декабря 2021 г.)

Редактор А.А. Силиверстова
Корректор А.И. Николаева

Подписано в печать 7.12.2021 г. Формат 60x84/16.
Усл. печ.л. 37,9. Тираж 500 экз.

Отпечатано в редакционно-издательском центре
издательства Инфинити

