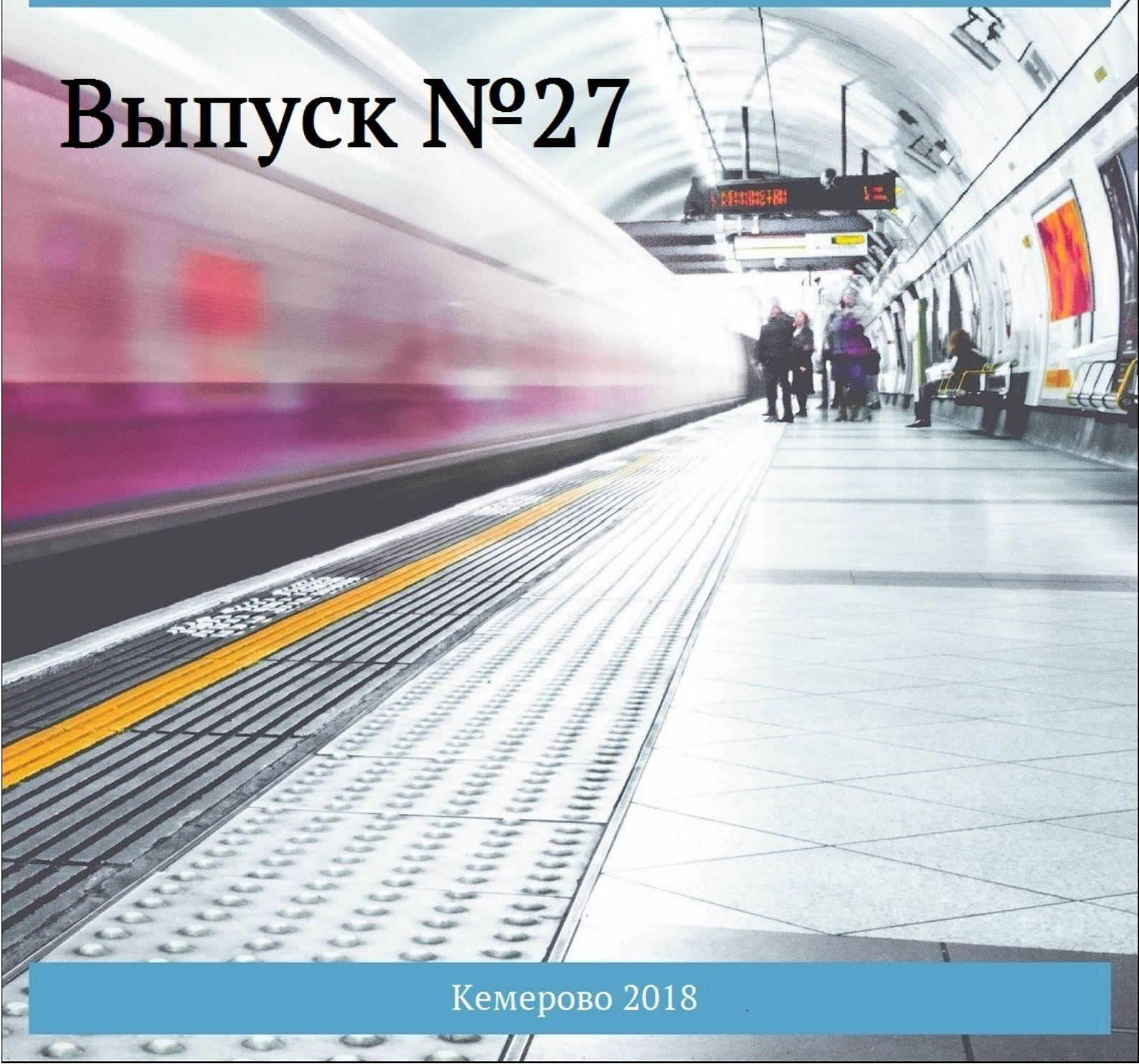
ТОЧНАЯ НАУКА

естественнонаучный журнал

Публикации для студентов, молодых ученых и научно-преподавательского состава на www.t-nauka.ru

ISSN 2500-1132 Издательский дом "Плутон" www.idpluton.ru



Выпуск №27

Кемерово 2018

02 июля 2018 г.
ББК Ч 214(2Рос-4Ке)73я431
ISSN 2500-1140
УДК 378.001
Кемерово

Журнал выпускается ежемесячно, публикует статьи по естественным наукам. Подробнее на www.t-nauka.ru

За точность приведенных сведений и содержание данных, не подлежащих открытой публикации, несут ответственность авторы.

Редкол.:

Никитин Павел Игоревич - главный редактор, ответственный за выпуск журнала.

Баянов Игорь Вадимович - математик, специалист по построению информационно-аналитических систем, ответственный за первичную модерацию, редактирование и рецензирование статей.

Артемасов Валерий Валерьевич - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей.

Зимина Мария Игоревна - кандидат технических наук, ответственный за финальную модерацию и рецензирование статей.

Нормирзаев Абдукаюм Рахимбердиеви - кандидат технических наук, Наманганский инжинерно-строительный институт (НамМПИ)

Безуглов Александр Михайлович - доктор технических наук, профессор кафедры математики и математического моделирования, Южно-российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) им. М.И .Платова,

Наджарян Микаел Товмасович - кандидат технических наук, доцент, Национальный политехнический университет Армении.

Шушлебин Игорь Михайлович - кандидат физико-математических наук, кафедра физики твёрдого тела Воронежского государственного технического университета.

Равшанов Дилшод Чоршанбиевич - кандидат технических наук, заведующий кафедрой «Технология, машины и оборудования полиграфического производства», Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими.

Крутякова Маргарита Викторовна – доцент кандидат технических наук, Московский политехнический университет.

Гладков Роман Викторович - кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации вооружения и военной техники Рязанского гвардейского высшего воздушно-десантного командного училища

А.О. Сергеева (ответственный администратор)[и др.];

Естественнонаучный журнал «Точная наука», входящий в состав «Издательского дома «Плутон», был создан с целью популяризации естественных наук. Мы рады приветствовать студентов, аспирантов, преподавателей и научных сотрудников. Надеемся подарить Вам множество полезной информации, вдохновить на новые научные исследования.

Издательский дом «Плутон» www.idpluton.ru e-mail: admin@idpluton.ru
Подписано в печать 02.07.2018 г.
Формат 14,8×21 1/4. | Усл. печ. л. 2.2. | Тираж 500.

Все статьи проходят рецензирование (экспертную оценку).
Точка зрения редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых статей.
Авторы статей несут полную ответственность за содержание статей и за сам факт их публикации.
Редакция не несет ответственности перед авторами и/или третьими лицами и организациями за возможный ущерб, вызванный публикацией статьи.
При использовании и заимствовании материалов ссылка обязательна.

Содержание

1. ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД АВТОПРЕДРИЯТИЙ……..……....2
Кариев М.А., Караева Н.С.

2. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ LSA В КАЧЕСТВЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СХОЖЕСТИ ТЕКСТОВ…..7
Андреева О.В., Рубцова Т.А., Жулин А.В., Ладошкин Н.Е.

3. УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ……..…..13
Хакимов Д.В., Юлдашев А.Х., Турғунов Б.М.

4. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ……..……22
Климкин Д.В.

5. ОБЗОР СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ……..……..…...….…..24
Тимофеев И.А.

6. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТИРОЛА…….….28
Ерычев М.А.

7. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗОПРЕНА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ……...…….….…….…..31
Ерычев М.А.

8. ЗАКОНЫ ПРИРОДЫ НЕ ДОГМЫ: О ЗАКОНЕ ВСЕМИРНОГО ПРИТЯЖЕНИЯ……..…35
Богословский М.М.

9. ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ…..43
Абилов Р.С.

10. ОРГАНИЗАЦИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В РАМКАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ BIM ТЕХНОЛОГИЙ…….…..48
Оверченко В.А., Лужнев А.Ю., Томаев Г.Т., Родионов И.А.

11. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ИЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СЛУЖБАМ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА…….….51
Оверченко В.А., Лужнев А.Ю., Томаев Г.Т., Родионов И.А.

12. ЭКСИМЕРНАЯ ЛАМПА НОВОГО ТИПА ДЛЯ ДЕРМАТОЛОГИИ……..55
Письменный В.В., Мыльникова В.А., Тарачков М.В., Иванков А.С.

13. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ НА ОБЪЕКТЕ ФОРТ №11 «ДЁНХОФФ»……....60
Мыльникова В.А., Письменный В.В., Тарачков М.В.

14. РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АНТРОПОМОРФНЫМ РОБОТОМ АР-601…… 64
Тарачков М.В., Ширкин А.Е., Перминов И.К., Письменный В.В., Мыльникова В.А.

15. СОВРЕМЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЕЖЕДНЕВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ……..…..70
Никанин А.И., Суматохин Е.Д., Логинов М.А.

16. РОБОТЕХНИКА СЕГОДНЯ……..74
Никанин А.И., Суматохин Е.Д., Логинов М.А.

Кариев Марат Аблакимович
кандидат технических наук
Караева Нурзат Суйунбековна
кандидат технических наук, доцент
Кыргызский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина
город Бишкек, Кыргызская Республика, E-mail: karievm@list.ru

Kariev M.A., Karaeva N.S.
Kyrgyz National Agrarian University. K.I. Scriabin
city of Bishkek, Kyrgyz Republic

УДК 628.317:629.3.082.4

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД АВТОПРЕДРИЯТИЙ

TECHNOLOGY OF WASTEWATER TREATMENT OF SMALL CARS

Аннотация: Борьба с загрязнениями сточных вод автомоек нефтепродуктами и моечными средствами, повторное их использование и воспроизводство водных ресурсов, включая эффективные методы очистки и извлечения составляющих компонентов, являются одной из ключевых проблем, стоящих перед производственными предприятиями.

Abstract: Fight against contaminations of effluents of autowashings by oil products and washings facilities, repeated their use and reproduction of water resources, including the effective methods of cleaning and extraction of making components, are one of key problems standing before productive enterprises.

Ключевые слова: Сточные воды, автомойка, твердая фаза, нефтепродукты, техническая вода, гидроциклон, гидроциклонная насосная установка.

Keywords: effluents, autowashing, hard phase, oil products, technical water, гидроциклон, hydroclone pumping setting.

На предприятиях различных отраслей промышленности и транспорта, включая автостроение, тракторостроение, машиностроение, судостроение, железнодорожный транспорт, сельское хозяйство, военно-промышленный комплекс, предприятия по ремонту и обслуживанию автомобилей, механизмов, военной техники и другие, всё шире применяются синтетические моющие средства (СМС) в процессах очистки загрязненных поверхностей от масел, грязи и т.п. Образующиеся при этом сточные воды представляют особую экологическую опасность и трудно поддаются очистке [4].

При очистке оборотных и сточных вод все большее применение находят напорные гидроциклоны, обеспечивающие высокопроизводительное и эффективное улавливание механических загрязнений при минимальной потребности в капитальных затратах и производственных площадях.

Разработка конструкции совмещенных в одном дизайне гидроциклона + флотатора или фильтра – дело весьма перспективное. Поэтому ниже остановимся на конструкции существующих в настоящее время гидроциклонов и гидроциклонных насосных установок, претендующих быть включенными в состав очистных установок оборотных и сточных вод, в том числе, сточных вод автомоек. Вращательное движение трехкомпонентной жидкости в гидроциклонной камере обладает интересным свойством. Все твердые содержимые с удельным весом больше удельного веса воды ($\gamma_т > \gamma_в$) под действием центробежной силы инерции смещаются к стенке гидроциклона, тогда как легкая фаза (нефтепродукты, пузырьки газа и пара воды) стремятся занять приосевую зону аппарата, так как по радиусу гидроциклона, в направлении его оси действует значительный градиент давлений ($\overrightarrow{gradP}$).

Иногда, на свободной поверхности гидроциклонной жидкости, существует вакуум. Это наталкивает на мысль, что вдоль оси гидроциклона, на место свободной циклонной полости, надо бы разместить цилиндрическую трубу с перфорацией для легкого компонента исходной гидросмеси. Именно из таких соображений родилось еще одно перспективное направление в развитии более совершенных конструкции гидроциклонов.

На рисунке 1. приведена схема трехпродуктового напорного гидроциклона [1, 3], которая состоит из цилиндрического корпуса 1, входного 2, сливного 3 и пескового 4 патрубков, а также приосевой цилиндрической трубы 5 с перфорацией. Через сливной патрубок 3 вытекает очищенная от загрязнений (шлама и легкой смеси) вода. Естественно, что степень очистки воды зависит от гидравлических параметров исходной гидросмеси и геометрических размеров деталей аппарата, в том числе, размеров и числа отверстий, диаметров приосевой цилиндрической трубы и сливного патрубка.

Гидроциклон [5], работает следующим образом. Гидросмесь, содержащая нефти, воды и шлама (песка) подается насосом в цилинроконическую камеру 1 через входной патрубок 2 под напором. В результате вращательного движения гидросмесь под действием центробежной силы инерции разделяется на три продукта. Наиболее тяжелая часть (шлам) гидросмеси по радиусу перемещается к стенкам гидроциклона и далее по образующим конуса направляется шламовому патрубку 9. Самая легкая часть – нефтяные примеси концентрируются к центру и через перфорации наружной трубы 5 поступают в межтрубное (кольцевое) пространство, где давление наинизшее. Низкое давление здесь создается струйным насосом 6. Нефтяные примеси, протекающие в приемную камеру 7 далее, отводом 8 транспортируются к месту назначения.

Рабочая вода в струйный насос 6 подводится из любого напорного водоисточника или нагнетательной линии насоса. Очищенная от нефти и шлама вода выходит через сливной патрубок 3 и может быть использована повторно.

Таким образом, трехкомпонентнаягидросмесь может быть разделена (классифицирована) на три продукта с удельными весами: $\gamma 1 > \gamma в$ (где $\gamma в$ – удельный вес воды); $\gamma_2 = \gamma_в$ и $\gamma_3 < \gamma_в$.

Такое решение оправдывает себя, когда консистенция твердой фазы, содержащейся в исходной гидросмеси мала, абразивным износом насоса можно пренебречь.

В случае, когда консистенция твердой фазы в исходной гидросмеси значительная и есть опасение, что насос может выйти из строя из-за интенсивного изнашивания отдельных его деталей, то лучше всего использовать гидроциклонно-эжекторный способ разделения трехкомпонентной среды по составляющим элементам на всасывающей линии центробежного насоса.

Однако, главным преимуществом гидроциклона со струйными аппаратами является возможность его функционирования как на всасывающей, так и на его напорной линиях центробежного насоса.

Вакуумгидроциклонная насосная установка состоит из центробежного насоса 1, (рис.2) [2, 3], с всасывающей 2 и нагнетающей 3 патрубками, цилиндроконической гидроциклонной камеры 4, имеющей входной 5 и сливной 6 патрубки, цилиндрической трубы 7 с перфорацией, цилиндрической напорной трубы 8 с рабочим соплом 9, приемной камеры 10, камеры смешения 11 гидроэлеватора и струйного насоса с рабочим соплом 12, приемной камеры 13 и камеры смешения 14.

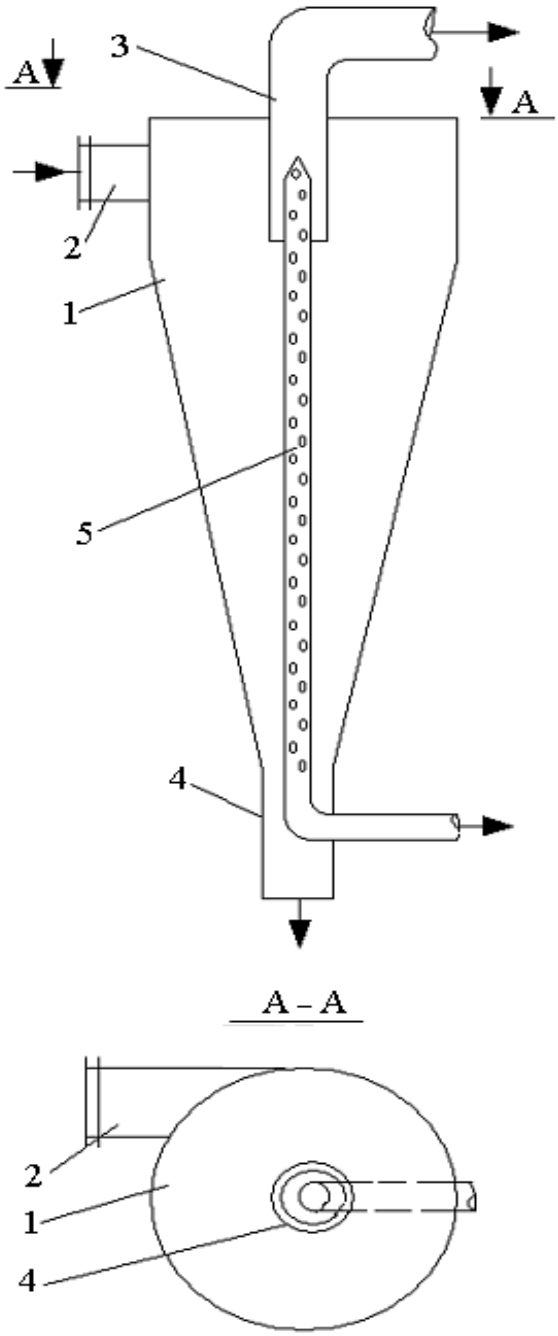


Рисунок 1. – Трехпродуктовый напорный гидроциклон (Предпатент № 16274 KZ)

Гидроциклонная насосная установка [6] работает следующим образом. Гидросмесь, образованная из воды, нефтяных примесей и шламов (наносов) через входной патрубок 5 поступает в гидроциклонную камеру 4. В ней гидросмесь разделяется на три части по радиусу, в периферийной области – твердый компонент (шлам), в приосевой области – легкий компонент (нефтяные примеси), а между этими областями несущая среда (вода). В процессе классификации шлам поступит в приемную камеру 10, нефтяные примеси через перфорации – в кольцевое пространство, заключенное между коаксиальными цилиндрическими трубами 7 и 8, а вода, через сливной патрубок 6, в центробежный насос 1. Очищенная от шлама и нефтяных примесей вода под большим напором нагнетается через

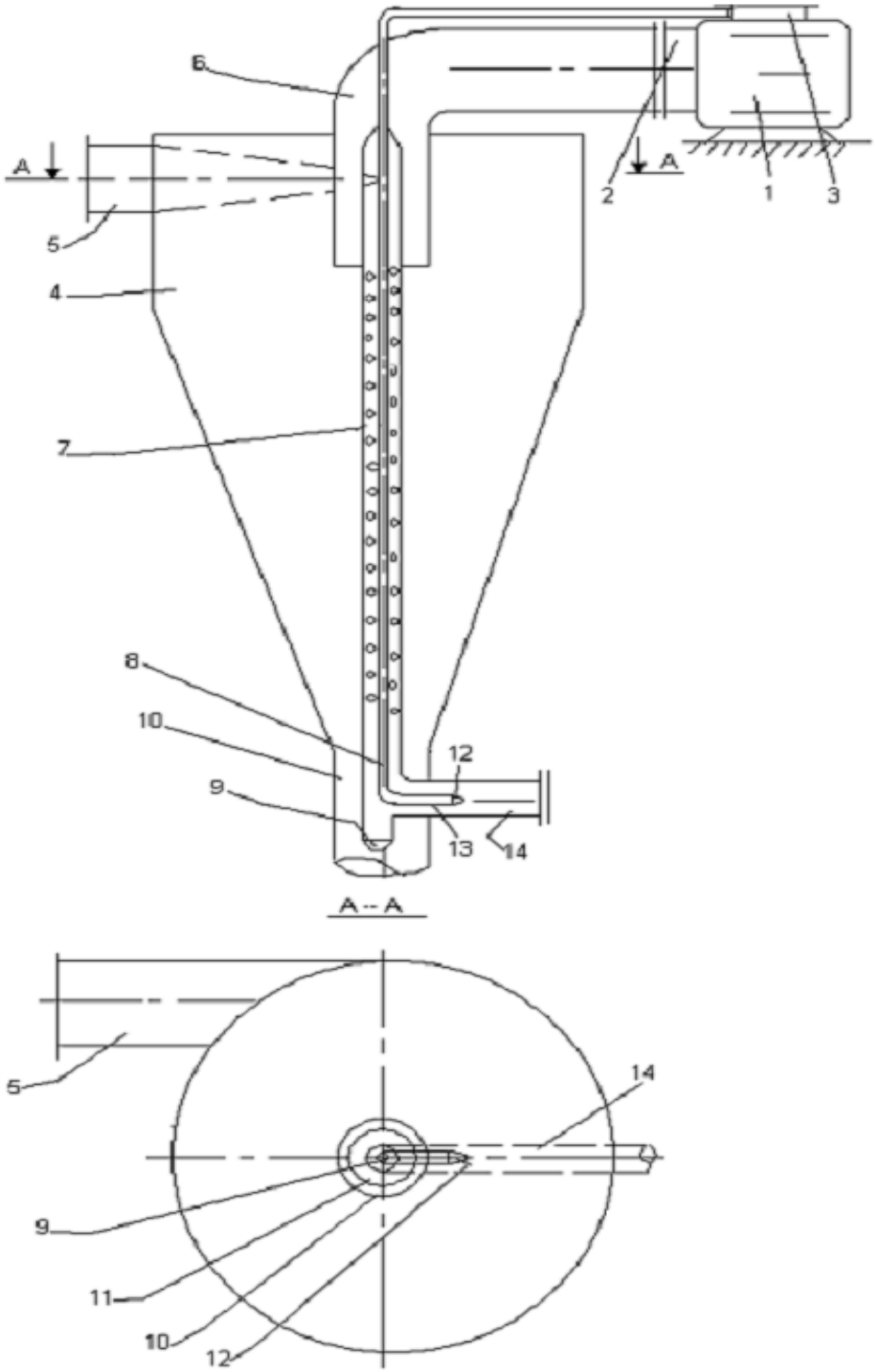


Рисунок 2. – Гидроциклонная насосная установка (Предпатент № 15937 KZ)

патрубок 3. Часть этой воды трубой 2 забирается для работы гидроэлеватора (9, 10, 11) и струйного насоса (12, 13, 14).

Гидроэлеватором уносится твердая фаза (шламы, наносы), а струйным насосом – нефтяные примеси. Центробежный насос 1 всасывает очищенную воду.

Таким образом, предлагаемая гидроциклонная насосная установка эффективно осуществляет разделение трехкомпонентной гидросмеси по составляющим, а именно на воду, нефтяные примеси и наносы (шламы).

Библиографический список:

1. Организация производства технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей/ В. М. Виноградов, И. В. Бухтеева, В. Н. Редин. – М.: Академия, 2009.

2. Техническое обслуживание автомобилей/ Г.В. Крамаренко, И.В. Барашков. – М.: Транспорт, 1982.

3. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей/ Под ред. В.М. Власова. – М.: Академия, 2004.
4. Экология, окружающая среда и человек / Ю.В. Новиков. – М.: Фаир – Пресс, 1999.
5. Предпатент № 16274 KZ. Трехпродуктовый напорный гидроциклон. Бюл. № 10, 2005// Абдураманов А.А., Касабеков М.И., Абдураманов Н.А.
6. Предпатент № 15937 KZ. Гидроциклонная насосная установка. Бюл. № 7, 2005//Абдураманов А.А., Кариев М.А., Касабеков М.И.

Андреева Ольга Вячеславовна
Рубцова Татьяна Алексеевна
Жулин Андрей Вячеславович
Ладошкин Никита Евгеньевич
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Andreeva Olga V.
(b. 1989) PhD, Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, 24-1 Minina Str., Nizhny Novgorod 603000, Russian Federation; E-mail: andreevaov@gmail.com
Rubtsova Tanya A.
(b. 1996) graduate student, Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, 24-1 Minina Str., Nizhny Novgorod 603000, Russian Federation; E-mail: tanyarubtsovaz@gmail.com
Zhulin Andrey V.
(b. 1996) graduate student, Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, 24-1 Minina Str., Nizhny Novgorod 603000, Russian Federation; E-mail: the.zhulin.andrey@gmail.com
Ladoshkin Nikita E.
(b. 1995) student, Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev, 24-1 Minina Str., Nizhny Novgorod 603000, Russian Federation; E-mail: nikiladonya@gmail.com

УДК 004.912

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ LSA В КАЧЕСТВЕ МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ СХОЖЕСТИ ТЕКСТОВ

USING THE LSA AS THE METHOD OF DETERMINING THE SIMILARITY OF TEXTS

Аннотация: В данной работе рассмотрен алгоритм LSA (Латентно-семантический анализ), этот алгоритм используется для нахождения связи между документами и словами, содержащимися в них. Каждый документ представляет собой набор слов, где не важен их порядок, а только то, сколько раз слово встречается в документе. Проведены тесты, выявляющие семантическую близость текстов, написанных на русском и английском языке. В рамках данного проекта рассмотрена математическая основа исследуемой программы. Для морфологического анализа слов был внедрен алгоритм pymorphy2, в результате чего скорость работы программы возросла.

Annotation: In this paper will be considered the LSA (Latent semantic analysis), this algorithm is used to find the connection between documents and words contained in them. Each document is a set of words where their order is not important, but important how many times the word appears in the document. There are tests that showing the semantic proximity of texts written in Russian and English. Within the algorithm, the mathematical basis of the program under study is considered. For the morphological analysis of words, the algorithm pymorphy2 was introduced. The advantages of pymorphy2 are showing, as a result the speed of the program has increased.

Ключевые слова: LSA, LSI, семантическое измерение, SVD, сингулярное разложение, pymorphy2

Keywords: LSA, LSI, semantic dimension, SVD, singular decomposition, pymorphy2

Цели и задачи: Изучить принцип работы алгоритмы LSA. Протестировать готовую программу на нескольких документах, схожих и различных тематик, а также адаптировать программу для работы на русском/английском языках. Добавить pymorphy2, для морфологического анализа и проанализировать скорость и качество работы алгоритма после внесенных изменений.

Введение

Как правило, чтобы найти нужную статью происходит сопоставление слов из документа со словами запроса. Однако методы лексического сопоставления могут быть неточными, поскольку одну мысль можно донести разными словами. Кроме того, большинство слов имеют несколько значений.

Существует множество алгоритмов поиска. Среди всех особое место занимают те, целью которых является нахождение скрытых закономерностей.

С помощью семантического анализа текста можно говорить о схожести нескольких текстов. В текущей статье рассмотрена возможность решения поставленных выше целей.

LSI (латентно-семантическое индексирование) успешно применяется к различным задачам поиска информации, к фильтрации информации и классификации документов.

Данный метод был использован в [, ,]:

В LSI осуществляется поиск на основе «скрытого» семантического содержимого документов, а не только по ключевым словам.

Основная часть

2.1 Применение алгоритма

Первоначально LSA был использован для раскрытия семантического устройства текста и получения псевдодокументов, а также автоматической индексации документов.

Затем этот метод нашел применение в представлении баз знаний.

Латентно семантическое индексирование ключевых слов стало одним из факторов ранжирования Google.

2.2 Принцип работы Латентно-семантического анализа

2.2.1 Структура устройства Латентно-семантического анализа

Скрытый семантический анализ является ценным методом обработки естественного языка для нахождения связи между документами и содержащимися в них словами.

Большая часть латентного семантического анализа опирается на глубокий результат линейной алгебры относительно сингулярного разложения для общих линейных операторов.

2.2.2 Разложения SVD[,]

В латентно семантическом анализе мы используем результат линейной алгебры, утверждающий, что любая матрица размера m × n с рангом r может быть разложена в произведение трех матриц (2.1).

$A = U\Lambda V^t$ (2.1)

Пусть ортогональная матрица U выражена формулой (2.2)

$U = (U_1 | U_2 | \ldots \vee U_m)$ (2.2)

Где Uj - столбцовые векторы для U и 1 ≤ j ≤ m.

Λ ортогональная матрица

$\Lambda = \begin{pmatrix} S & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$(2.3)

Где S - диагональная матрица, состоящая из r сингулярных значений A обозначаемых σi.

Кроме того, сингулярные значения в Σ упорядочены в каждом столбце так, что σ 1 ≥ σ 2 ≥… ≥ σr.

Матрица V^t, представлена формулой (2.4)

$V^t = ((V^t)_1 | (V^t)_2 | \ldots \vee (V^t)_n)$ (2.4)

Где$(V¿¿t)_i¿$ векторы-столбцы для V^t и 1≤ i ≤ n, где n соответствуют номеру документа.

2.3.3 Семантическое измерение

Квадратная матрица в (1.2) имеет m строк и столбцов, соответствующих количеству терминов во всей нашей коллекции документов. Вхождение элемента в квадратную матрицу являются показателем, насколько сильно термин связан с темой и с семантическим измерением J. Чтобы уточнить, что такое семантическое измерение - рассмотрим следующий пример:

Предположим, что мы имеем следующие наборы термов, заданные формулой

S1=(вектор, матрица, линейная, аргументы)

Можно сказать, что каждый член в S1 связан с семантическим измерением, представленным по теме линейной алгебры. []

2.3.4 Оценка сходства документов

Одной из основных целей латентной семантической индексации или LSI является определение, что документы в данной коллекции похожи. []

Добавление pymorphy2[]

Pymorphy2 был добавлен для морфологического анализа текста.

Pymorphy2-dicts – использовался этот пакет со словарями OpenCorpora, скомпилированными в формат pymorphy2.

Для морфологического анализа слов (русских) использовался класс MorphAnalyzer.

С помощью метода MorphAnalyzer() можно разобрать слово. На основе одной лишь информации о том, как слово пишется, понять, какой разбор правильный, нельзя, поэтому анализатор может возвращать несколько вариантов разбора.

Кроме того, у каждого разбора есть нормальная форма, которую можно получить и в дальнейшем проверять. В этом случае кол-во совпадений между текстами будет выше.

Тестирование программы

LSA были протестированы на 5 текстах. Были использованы тексты по тематике:

1.Архитектура информационных систем 2. Классификация структур данных 3. Архитектура информационных систем 4. Архитектура информационных систем 5. Информатика

Сначала мы создаем экземпляр LSA и передаем в него стоп-слова, которые не несут никакой смысловой нагрузки, союзы, междометия и тд.

Затем вызываем метод pymorphy2, который преобразует все слова в начальную форму.

Наконец, вызываем метод сборки, чтобы создать матрицу слов. Это извлекает все слова, которые встречались, выбрасывает слова, которые встречаются менее двух раз, сортирует их, строит нулевую матрицу нужного размера, а затем увеличивает ячейку всякий раз, когда слово появляется.

Математическая основа исследуемой программы [,]

Выделяем слова, которые встретились хотя бы несколько раз и строим матрицу слово-документ: в ячейках будем писать число вхождений слова в документ.

Таблица 1 - Данные для построения матрицы слово-документ

	Doc1	Doc 2	Doc 3	Doc4	Doc5
Архитектура	2	0	8	6	0
Структура	1	6	0	1	7
Система	5	0	7	4	0
Пользователь	7	0	8	5	0
Свойство	0	10	0	0	7

Матричное представление слов документа

$$A=\begin{pmatrix} 2 & 0 & 8 & 6 & 0 \\ 1 & 6 & 0 & 1 & 7 \\ 5 & 0 & 7 & 4 & 0 \\ 7 & 0 & 8 & 5 & 0 \\ 0 & 10 & 0 & 0 & 7 \end{pmatrix}$$

Элементы разложения по сингулярным значениям A задаются:

$$U=\begin{pmatrix} -0.54 & 0.06 & 0.82 & 0.11 & -0.12 \\ -0.10 & -0.59 & -0.11 & 0.79 & 0.06 \\ -0.52 & 0.06 & -0.21 & -0.12 & 0.81 \\ -0.64 & 0.07 & -0.51 & -0.06 & -0.56 \\ -0.06 & -0.80 & 0.09 & -0.59 & -0.04 \end{pmatrix}$$

$$\Lambda=\begin{pmatrix} 17.92 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 15.17 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 3.56 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1.98 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.35 \end{pmatrix}$$

$$V^t=\begin{pmatrix} -0.46 & -0.07 & -0.74 & -0.48 & -0.06 \\ 0.02 & -0.76 & 0.10 & 0.03 & -0.64 \\ -0.87 & 0.06 & 0.28 & 0.4 & -0.04 \\ -0.00 & -0.60 & -0.22 & 0.33 & 0.69 \\ -0.17 & -0.23 & 0.57 & -0.70 & 0.32 \end{pmatrix}$$

Рассматривая Λ, мы можем увидеть семантические измерения 1, а также 2 являются наиболее важными, так как они соответствуют самым большим сингулярным числам, σ1=17. 92 и σ2=15. 17. Используя (Рис. 1), построим собственные значения для каждой из осей.

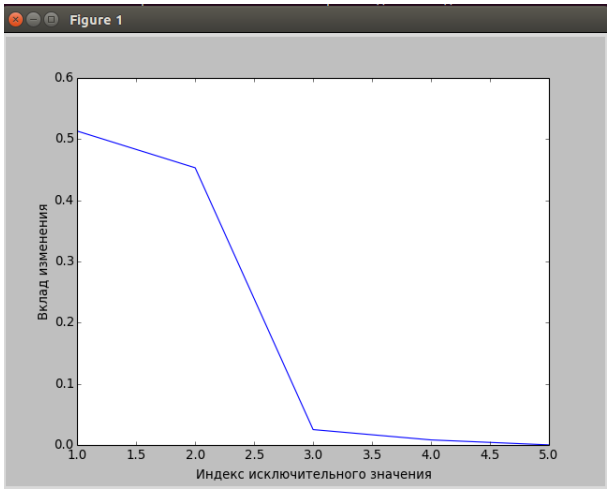


*Рис. **1** - Собственные значения для каждой из осей*

Определяем, что f1≈ 0. 57, а также f2≈ 0. 41, так что первые два значения составляют примерно 98% от вариации A. Теперь получается формула (1.5)

$$A_2 = U_{5\times 2}\Lambda_{2\times 2}V^t_{2\times 5} \quad (1.5)$$

Очевидно, что векторы документа, связанные с документами 1 - 5 проектируются в двухмерное пространство, охваченное столбцами U5 × 2, и что векторные представления документов в этом пространстве содержатся в столбцах $\Lambda V^t_{2\times 5}$. Изучая столбцы $\Lambda V^t_{2\times 5}$, предполагаем, что документы 1, 3, а также 4 похожи, и то же самое можно сказать о документах 2, а также 5.

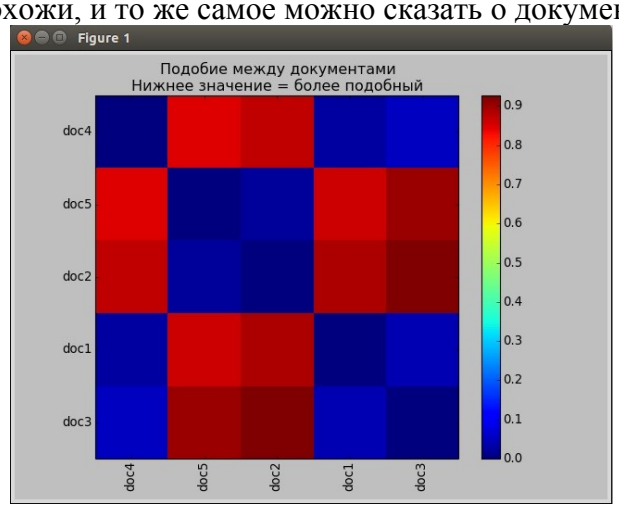


Рис. 2 - Отображение тепловой карты с похожими данными между документами

Используем метрику подобия 1 для расчета расстояния между столбцами векторов $\Lambda V^t_{2\times 5}$ и раскрашиваем их в оттенки в тепловой карте (Рис. 2). Баллы сходства табулируются в таблице 2.

Таблица 2 - Оценки подобия для документа векторы

	Doc1	Doc2	Doc3	Doc 4	Doc 5
Doc 1	0	9.59	2.42	0.17	8.34
Doc 2	9.59	0	11.34	9.69	1.37
Doc 3	2.42	11.34	0	2.25	10.2
Doc 4	0.17	9.69	2.25	0	8.45
Doc 5	8.34	1.37	10.2	8.45	0

Адаптация под различные языки

Текущая реализация была адаптирована под работу с русским и английским языком.

Сходство документов двух различных языков []

Для данного теста были взяты два текста на русском языке и два на английском, объеденные общей тематикой - машиностроение.

Были выделены слова, которые встречались несколько раз и по ним уже строилась таблица слово-документ (таблица3).

Таблица 3 - Данные для построения матрицы слово-документ

	car1ru	car2ru	car1eng	car2eng
Engine	0	0	3	25
Stroke	0	0	11	20
Cylinder	0	0	7	3
Двигатель	7	18	0	0
Такт	11	36	0	0
Выпуск	9	5	0	0

На тепловой карте рис. 3 можно проследить, что документы car1ru и car2ru похожи, то же можно сказать о документах car1eng и car2eng.

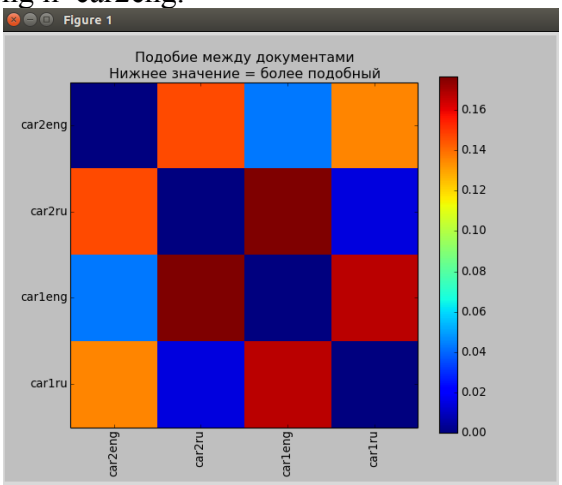


Рис. 3 - Отображение тепловой карты с похожими данными между документами

В результате тестирования было выявлено, что несколько текстов на различных языках имеют мало сходства, по сравнению с текстами, написанными на одном языке, даже не смотря на то, что они связаны с одним семантическим измерением по теме машиностроение.

Тестирование с добавлением pymorphy2 []

За счет добавления pymorphy2 скорость работы программы значительно увеличивается. Это можно увидеть на следующих тестах.

до применения pymorphy2

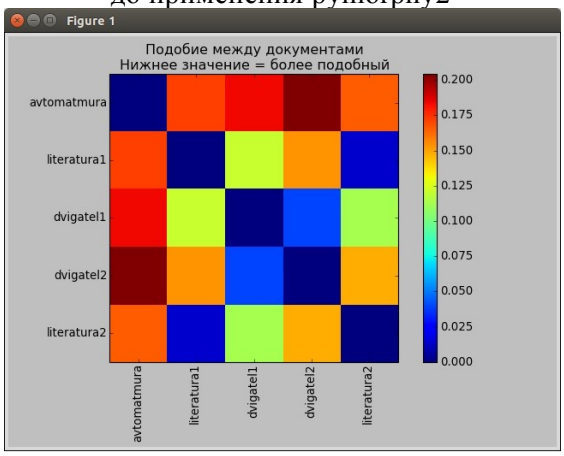


Рис. 4 - Тепловая карта до pymorphy2

после применения pymorphy2

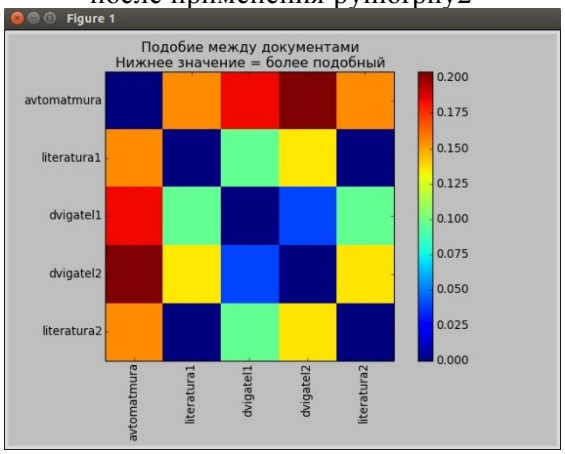


Рис. 5 - Тепловая карта - после pymorhy2

На рис. 4 и рис. 5 заметна разница в схожести документов. До применения pymorphy2 разброс на тепловой карте больше, чем после.

Выводы

1) Латентный семантический анализ имеет много свойств, которые делают его широко применимым:

Во-первых, документы и слова в конечном итоге отображаются в одной и той же концепции пространства;

Во-вторых, уменьшается размерность пространства по сравнению с исходной матрицей;

LSA по своей природе является глобальным алгоритмом, который смотрит на тенденции и закономерности среди всех документов и всех слов, так что он может найти вещи, которые могут быть не очевидны для алгоритма на локальной основе.

2) Есть несколько ограничений, которые необходимо учитывать при принятии решения, следует ли использовать LSA.

Невозможно получить тематик больше чем документов/слов.

Семантическое значение документа определяется набором слов, которые, как правило, идут вместе.

Документы рассматриваются как просто наборы слов. Порядок слов в документах игнорируется. Важно только то, сколько раз то или иное слово встречается в документе.

Каждое слово имеет единственное значение.

Недостатком LSA является предположение о том, что карта слов в документах не имеет вид нормального распределения. С этой проблемой справляются другие модификации метода (вероятностный LSA и LDA).

Библиографический список:

[1]Dumais, S. T. Using latent semantic analysis to improve information retrieval// In Proceedings of CHI'88: Conference on Human Factors in Computing. (New York, 1988). - P. 281-285.

[2]Deerwester, S. Indexing by latent semantic analysis. // Journal of the Society for Information Science - 1990. – P. 391-407.

[3]Foltz, P. W. Using Latent Semantic Indexing for Information Filtering // In R. B. Allen (Ed.) Proceedings of the Conference on Office Information Systems, Cambridge - 1990. – P. 40-47.

[4]Стрижов. В. В. Информационное моделирование. Сингулярное разложение [Электронный ресурс]// Конспект лекций.- URL: http://strijov.com/files/eksamen/l_svd.pdf (дата обращения 05.10.2017)

[5]Thomas K Landauer. Latent semantic analysis // Scholarpedia.- URL: http://www.scholarpedia.org/article/Latent_semantic_analysis (дата обращения 20.09.2017)

[6]Бермудес С.Г. Метод измерения семантического сходства текстовых документов/Известия ЮФУ. Технические науки. – 2017. – с. 20-25

[7]Korobov M.: Morphological Analyzer and Generator for Russian and Ukrainian Languages // Analysis of Images, Social Networks and Texts. -2015. - pp 320-332.

[8]Клишина Ю. Применение анализа соответствий в обработке нечисловой информации. // Социология: методология, методы, математическое моделирование. - 1991. – с.4-13

[9]Логинов Н.В. Сингулярное разложение матриц. - М.:МГАПИ, 1996. – 80 с

[10]Саламаха О. Алгоритм LSA для поиска похожих документов URL: https://netpeak.net/ru/blog/algoritm-lsa-dlya-poiska-pohozhih-dokumentov/ (дата обращения 20.09.2017)

Хакимов Дилмурод Валижон угли
Khakimov Dilmurod Valijon Coals
докторант, кафедра «Метрология, стандартизации и менеджмент качества продукции»,
Андижанский Машиностроительный институт, г. Андижан, Узбекистан.
E-mail:dilmurod0305@mail.ru

Юлдашев Абдусамат Халимович
Yuldashev Abdusamat Halimovich
докторант, кафедра «Метрология, стандартизации и менеджмент качества продукции»,
Андижанский Машиностроительный институт, г. Андижан, Узбекистан

Турғунов Бобомурод Махаматкаримович
Turunov Bobomurod Mahamatkarimovich
ассистент, кафедра «Метрология, стандартизации и менеджмент качества продукции»,
Андижанский Машиностроительный институт, г. Андижан, Узбекистан

УДК 658.562/006.91

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ В МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

QUALITY MANAGEMENT IN METROLOGICAL ACTIVITIES

Аннотация. Одним из важных моментов во всей совокупности проблем в обеспечении требуемого качества в производствах машиностроительных продукции является объективный контроль необходимых характеристик исходных материалов и конечной продукции, параметров технологических процессов, качества и количества энергетических ресурсов. Высокая эффективность производства может быть достигнута только там, где измерения параметров являются неотъемлемой частью процесса производства. Необходимость повышения качества продукции при снижении ее себестоимости предъявляет высокие требования и к эффективности использования самой измерительной техники. Последнее же зависит от состояния системы метрологического обеспечения производства.

Annotation. One of the important moments in the whole set of problems in ensuring the required quality in the production of engineering products is an objective control of the necessary characteristics of the raw materials and final products, the parameters of technological processes, the quality and quantity of energy resources. High efficiency of production can be achieved only where parameter measurements are an integral part of the production process. The need to improve the quality of products while reducing the cost of production makes high demands on the efficiency of the use of the measuring equipment itself. The latter depends on the state of the system of metrological support of production.

Ключевые слова: Метрологическое обеспечение, состоянии систему качества, продолжительности измерений, погрешности, экономические затраты, показатели эффективности, метрологической службы, технологических процессов.

Key words: Metrological support, state of the system of quality, duration of measurements, errors, economic costs, performance indicators, metrological service, technological processes.

В условиях рыночной экономики производимая продукция должна отличаться высокими показателями качества. Чтобы быть конкурентоспособными и вести успешную экономическую деятельность, предприятиям необходимо применять высокоэффективные и результативные системы качества. Использование таких систем должно вести к постоянному улучшению качества и повышению удовлетворенности потребителей. Система качества может быть эффективной только при условии, когда она функционирует одновременно и в тесном взаимодействии со всеми подразделениями предприятия, влияющими на качество продукции.

Важнейшим звеном обеспечения качества на предприятии является метрологическая служба. Управление качеством немыслимо без метрологического обеспечения измерений, которое отличается уникальными возможностями получения количественной информации о материальных и энергетических ресурсах, качестве материалов и сырья, о состояния окружающей среды, о безопасности и охране здоровья людей и, соответственно, о качестве процессов и продукции.

Метрологическое обеспечение измерений — деятельность метрологических служб, направленная на: создание в стране необходимых эталонов, образцовых и рабочих средств измерений; правильный их выбор и применение; разработку и применение метрологических правил и норм; выполнение других метрологических работ, необходимых для обеспечения требуемого качества измерений на рабочем месте, предприятии, в министерстве (ведомстве), народном хозяйстве. Задача метрологического обеспечения измерений на предприятии возложена на метрологическую службу.

Чтобы определить роль метрологической службы в системе качества предприятия, необходимо представить его деятельность в современной концепции всеобщего управления качеством.

Всеобщее управление качеством Total Quality Management (TQM) — концепция, предусматривающая всестороннее целенаправленное и хорошо скоординированное применение систем и методов управления качеством во всех сферах деятельности - от исследований и разработок до послепродажного обслуживания при участии руководства и служащих всех уровней и при рациональном использовании технических возможностей.

В системе качества (O‘z DSt ISO 9001:2015) предприятия на метрологическую службу возложена ответственность за пункт 7.6 -«Управление устройствами для мониторинга и измерений». Чтобы деятельность метрологической службы (МС) предприятия полностью удовлетворяла требованиям государственных и международных стандартов к процедурам управления контрольным, измерительным и испытательным оборудованием, необходимо внутри системы качества предприятия разработать и поддерживать в рабочем состоянии систему качества МС, которая бы документально регламентировала основные, процедуры выполнения отдельных видов деятельности по метрологическому обеспечению измерений.

Внедрение на предприятиях и в организациях систем качества согласно требованиям O‘z DSt ISO 9001 является хорошим инструментом для достижения главной цели фирм в рыночных условиях - удовлетворения потребностей общества, что является первостепенным принципом всеобщего управления качеством. Таким образом, первоосновой систем являются принципы всеобщего управления качеством.

Система качества охватывает весь жизненный цикл продукции, который часто называют «петлей качества». МС предприятия вносит свой вклад в качество продукции на всех стадиях ее жизненного цикла, и на каждой из этих стадий она проводит работы по метрологическому обеспечению измерений.

При разработке системы качества МС необходимо все элементы системы качества по O‘z DSt ISO 9001 интерпретировать применительно к продукции метрологической службы. Под продукцией МС может пониматься следующее:

- результаты измерений;
- результаты поверок и калибровок средств измерений и контроля, в том числе и после ремонта;
- результаты аттестации испытательного оборудования;
- результаты анализа измерений и измерительных систем;
- результаты метрологической экспертизы технической документации;
- аттестованные средства измерений единичного изготовления;
- аттестованные методики выполнения измерений.

Основным документом метрологической службы предприятия по реализации управления качеством является «Руководство по качеству метрологической службы». В Руководстве излагается политика в области качества метрологического обеспечения измерений, описывается система качества метрологической службы предприятия, по каждому элементу системы качества устанавливаются цели деятельности, область применения, ответственные лица за элементы системы качества, описывается основная деятельность по управлению элементами.

Также должны быть приведены ссылки на документированные процедуры системы качества МС; представлена организационная структура МС, матрица распределения ответственности, структура документации системы качества метрологической службы предприятия. Новые требования к «Руководству по качеству метрологической службы» разработаны согласно. Даже в случае документально оформленной и сертифицированной системы качества предприятия, для аккредитации метрологической службы на право поверки требуется сконцентрировать и описать все

элементы системы качества, касающиеся метрологического обеспечения в «Руководстве по качеству метрологической службы». Таким образом, система качества должна быть документально оформлена в виде Руководства по качеству и ряда других необходимых документов.

Структура документации системы качества метрологического обеспечения предприятия представлена на рисунке 1., где верхние уровни относятся непосредственно к системе качества конкретной метрологической службы, более нижний уровень — к системе качества предприятия в целом.

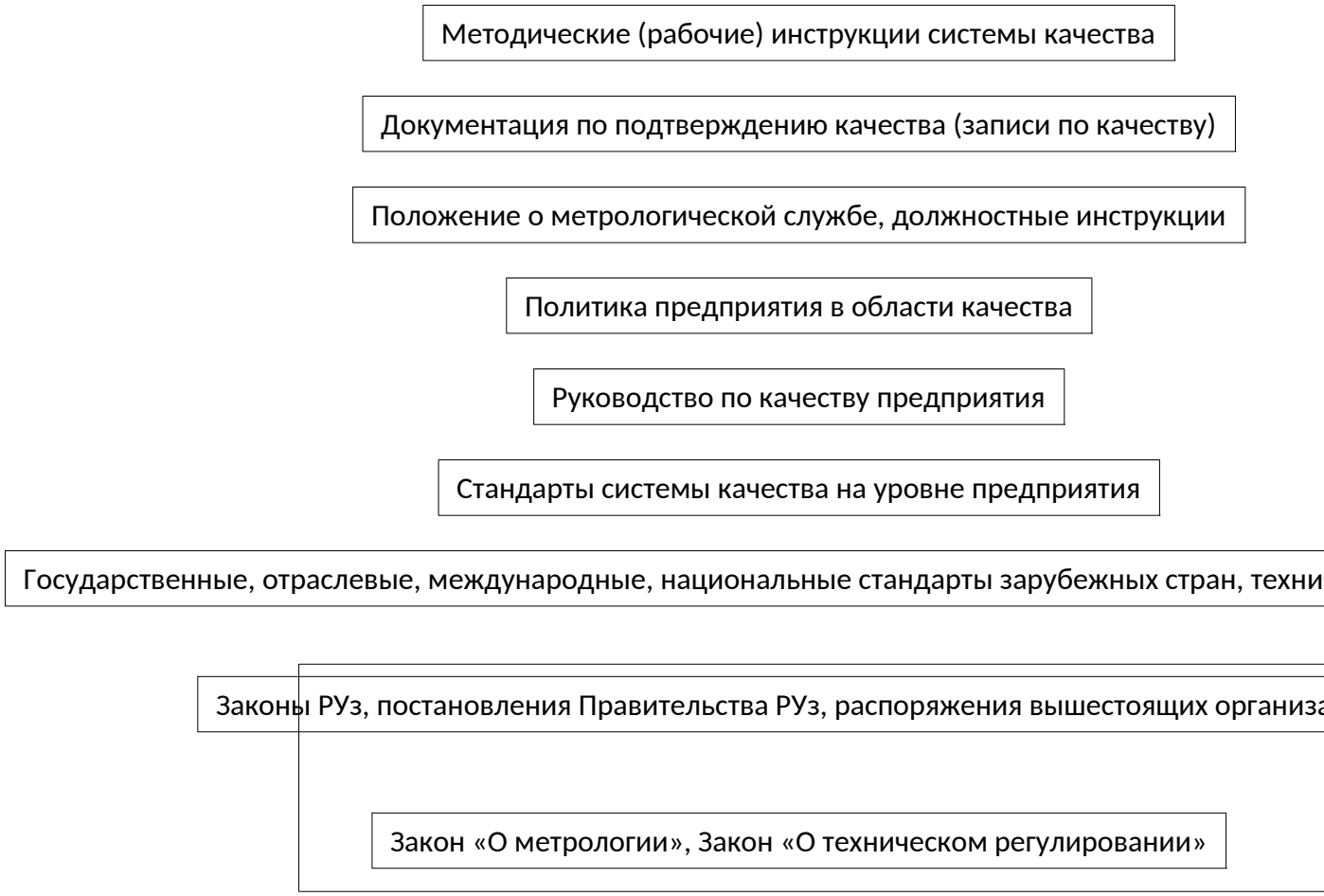


Рис. 1. Структура документации системы качества метрологического обеспечени

В свете выхода нового закона «О техническом регулировании» меняются направления развития стандартизации, метрологии и сертификации в сторону снижения количества обязательных государственных требований и ориентации на требования потребителя.

Метрологическая служба должна вписываться в систему качества предприятия, следовательно, с одной стороны: документы МС в форме стандартов предприятия должны описывать все необходимые элементы деятельности по метрологическому обеспечению измерении; с другой стороны — целесообразно, чтобы номенклатура этих документов соответствовала требованиям к системе качества стандарта O‘z DSt ISO 9001:2015 «Системы менеджмента качества. Требования». Однако стандарты ISO серии 9000 являются универсальными для всех видов деятельности и требования к системе качества (раздел 7.6 указанного стандарта) должны быть адаптированы к конкретной МС.

Конкретная МС предприятия, должна самостоятельно с учетом своей специфики производства интерпретировать типовые элементы системы качества в конкретную деятельность, а далее - документально оформить все процедуры. Следующим этапом целесообразно разработать для метрологической службы матрицу распределения ответственности. Простейшая метрологическая служба представлена следующими звеньями:

1 - главный метролог;

2 - бюро метрологического обеспечения;

3 - центральная измерительная лаборатория;

4 - лаборатория поверки и калибровки.

Конкретная метрологическая служба строит таблицу исходя из особенностей своей деятельности. Естественно, что у каждой реальной метрологической службы может быть матрица распределения ответственности, отличная от приведенной. Но необходимо строго определить права и обязанности всех должностных лиц в соответствии с их должностными инструкциями. Этот механизм позволяет проанализировать объем работ подразделений, очень четко установить их взаимодействие, распределить права и обязанности, сосредоточить основное внимание руководителей на приоритетах.

Таким образом, необходимой деятельностью в рамках управления качеством является постоянное и планомерное совершенствование качества. Метрологическая деятельность на предприятии создает информационную базу обеспечения качества и позволяет получить количественную измерительную информацию об измеряемых и контролируемых параметрах, позволяет обеспечить автоматизацию производства, добиться стабилизации качества процессов и продукции.

Оценка влияния показателей метрологического обеспечения на качество выпускаемой продукции.

Оценка влияния показателей метрологического обеспечения на качество выпускаемой продукции. Показателями метрологического обеспечения выступают показатели единства, точности, продолжительности измерений, а показателями эффективности производства выбраны точность технологического процесса, достоверность контроля качества продукции и уровень ее метрологического обеспечения в процессе эксплуатации.

Для оценки влияния погрешностей измерений параметров технологического процесса на его точностные показатели предложено использовать методы теории чувствительности. Предполагается, что точностные показатели технологического процесса определяются косвенным методом путем измерения n -го количества параметров, характеризующих процесс, и параметр $x_i(i=1,\ldots,n)$ регулируется (настраивается) в случае его отклонения от номинального значения x_{Hi} . Очевидно, максимальная точность технологического процесса достигается при параметрах, имеющих номинальные значения, т.е. при $x_i=x_{Hi}(i=1,\ldots,n)$.

Пусть математическая зависимость точности технологического процесса от его параметров x_i описывается выражением:

$$F=F(x_1,x_2,\ldots,x_n) \quad , \tag{1}$$

а погрешности измерения параметров Δx_i являются аддитивными, т.е.

$$x_i=x_{gi}+\Delta x_i \quad , \tag{2}$$

где x_{gi} - действительное значение i -го измеряемого параметра технологического процесса.

Разлагая функцию $F=F(x_1,x_2,\ldots,x_n)$ в ряд Тейлора в точке, соответствующей номинальным значениям параметров x_{Hi} и ограничиваясь ввиду малости погрешности Δx_i первым членом разложения, получим:

$$F(x_1,\ldots,x_n)=F(x_{Hi},\ldots,x_{Hn})+\sum_{i=1}^{n}\Delta x_i\frac{\delta F}{\delta x_i}|x_i=x_{Hi} \tag{3}$$

Соответственно, отклонение технологического процесса из-за погрешности установки его параметров в номинальные значения определяется выражением:

$$\Delta F=F(x_1,\ldots,x_n)-F(x_{Hi},\ldots,x_{Hn})+\sum_{i=1}^{n}\Delta x_i\frac{\delta F}{\delta x_i}$$

Среднее значение отклонения технологического процесса будет равно:

$$\overline{\Delta F}=\int_{-\infty}^{\infty}\ldots\int_{-\infty}^{\infty}\left(\sum_{i=1}^{n}\Delta x_i\frac{\delta F}{\delta x_i}\right)\cdot f\left(\Delta x_1,\ldots,\Delta x_n\right)\cdot d\Delta x_1,\ldots,d\Delta x_n \quad ,$$

где $f\left(\Delta x_1,\ldots,\Delta x_n\right)$ - n -мерная плотность распределения погрешности измерений.

Известно, что погрешность СИ Δx не остается постоянной, а существенно меняется во времени. В диссертации предложено изменение погрешности СИ во времени по ансамблю СИ описывать случайной функцией, имеющей плотность распределения вида:

$$f_{cu}\left(\Delta x,t\right)=\frac{1}{\sqrt{2\pi}\delta\left(t\right)}\exp\left[-\frac{\Delta x^2}{2\delta^2\left(t\right)}\right] \tag{4}$$

где $\delta\left(t\right)=\sigma_0+B\cdot t$; σ_0 - среднее квадратической отклонение погрешности ансамбля СИ, признанных работоспособными при последней поверке; t - время, прошедшее от последней поверки СИ; B - коэффициент, характеризующий скорость возрастания погрешности СИ.

Зависимость среднего значения погрешности СИ от времени в течение меж поверочного интервала $T_{МПИ}$, как показано в диссертации, будет иметь вид:

$$\overline{\Delta x\left(t\right)}=\sqrt{\frac{2}{\pi}}\delta\left(t\right) \tag{5}$$

В предположении, что СИ в течении меж поверочного интервала используется с равной интенсивностью, среднее значение погрешности СИ в течение меж поверочного интервала определяется по формуле:

$$\overline{\Delta x_{МПИ}}=\frac{1}{T_{МПИ}}\int_{0}^{T_{МПИ}}\overline{\Delta x\left(t\right)dt}=\sqrt{\frac{2}{\pi}}\left(\delta_0+B\frac{T_{МПИ}}{2}\right) \quad , \tag{6}$$

Как видно из полученного выражения, среднее значение погрешности СИ зависит от его метрологической надежности, которая характеризуется скоростью возрастания погрешности (коэффициент B), и параметрами метрологического обслуживания (поверки) СИ, при этом достоверность поверки СИ и значение σ_0 связаны следующим интегральным уравнением:

$$1-\alpha_П-\beta_П=\int_{-\delta_{СИ}}^{\delta_{СИ}}\frac{1}{\sqrt{2\pi}\cdot\sigma_0}\cdot\exp\left[\frac{\Delta x^2}{2\sigma_0^2}\right]d\Delta x \quad , \tag{7}$$

где $\alpha_П,\beta_П$ - безусловные вероятности ложного и необнаруженного отказов при поверке соответственно; $\delta_{СИ}$ - допуск на погрешность СИ.

Разработка метод расчета оптимальных параметров последовательной процедуры проверки соответствия метрологического обеспечения с требований ISO 9001.

Метод расчета оптимальных параметров последовательной процедуры проверки соответствия метрологического обеспечения установленным требованиям. Последовательная процедура характеризуется следующими параметрами: α , β , ρ_0 , ρ_1 .

При выборе критерия оптимальности параметров последовательной процедуры проверки статистических гипотез принято, что требования к метрологическому обеспечению предприятия и его составляющим, установленные в нормативных документах, соответствуют максимальной эффективности функционирования предприятия. Следовательно, любые отклонения от этих требований будут приводить к потерям в эффективности функционирования предприятия, в конечном счете к экономическим.

Математическая модель расчета экономических потерь от проведения оценки соответствия метрологического обеспечения имеет следующий вид:

$$Э_{МО}=C_{мо1}^{n}+C_{мо2}^{n}\left(\alpha,\beta,\rho_0,\rho_1\right)+C_{пр}^{3}\left(m_{ср}\right) \quad , \tag{8}$$

где $C^{п}_{мо1}$ - экономические потери, обусловленные возможным превышением $\rho > \rho_1$ не выявленным из-за не проведения (отсутствия) проверки соответствия;

$$C^{п}_{мо2}(\alpha, \beta, \rho_0, \rho_1) = C(\alpha) + C(\beta) + C(\rho_0) \quad , \tag{9}$$

где $C(\alpha)$ - экономические потери, обусловленные ошибочным признанием метрологического обеспечения предприятия не соответствующим требованиям, пропорциональная вероятности ошибки первого рода α ;

$C(\beta)$ - экономические потери, обусловленные ошибочным признанием метрологического обеспечения предприятия соответствующим требованиям, пропорциональная вероятности ошибки второго рода β ;

$C(\rho_0)$ - экономические затраты на поддержание такого состояния метрологического обеспечения, при котором относительная доля элементов метрологического обеспечения, не соответствующих требований, меньше или равна ρ_0 ;

$C^{3}_{пр}(m_{ср})$ - экономические затраты, обусловленные организацией и проведением проверки метрологического обеспечения установленным требованиям.

Экономические потери $C^{п}_{мо1}$ вызываются тем, что относительная доля элементов метрологического обеспечения, не соответствующих требованиям, может стать больше ρ_1 . Как показано, несоответствие элементов метрологического обеспечения установленным требованиям приводит к увеличению погрешности измерений в соответствии с выражениями (5), (6). Следовательно, неточность технологического процесса будет увеличиваться пропорционально величине ρ . Предположим, что величина p в случае отсутствия проверки состояния будет распределена равномерно в интервале $\rho_1 \div 1$, тогда среднее значение $\rho_{ср}$ будет равно:

$$\rho_{ср} = \frac{1 + \rho_1}{2} \quad .$$

Увеличение доли элементов метрологического обеспечения, не соответствующих требованиям, будет вызывать соответствующее уменьшение точности технологического процесса и, следовательно, снижение качества продукции. Пусть потери от выпуска бракованной продукции составляют $C_{бр}$ в течении единицы времени, а время до обнаружения увеличения доли брака составляет $t_{обн}$, тогда экономические потери будет равны:

$$C'_{мо} = k_1 \cdot C_{бр} \cdot \rho_{ср} \cdot t_{обн} \quad , \tag{10}$$

где k_1 - коэффициент пропорциональности, характеризующий влияние неточности технологического процесса на долю брака выпускаемой продукции.

Кроме того, как установлено, увеличение погрешности измерений, вызванное необнаруженным в ходе проверки соответствия увеличением доли элементов метрологического обеспечения, не соответствующих требованиям, будет приводить к уменьшению достоверности выходного контроля создаваемой продукции.

Увеличение вероятностей $P_{ло}$ и $P_{но}$ с ростом $\rho_{ср}$ будет приводить, с одной стороны, к увеличению доли брака, и соответственно, к потерям $C_{бр}$, а, с другой стороны, к увеличению ошибочного бракования продукции, приводящего к дополнительным затратам $C_з$. Тогда имеем:

$$C''_{МО} = C_{бр} \cdot k_1 P_{но}(\rho_{ср}) + C_з \cdot k_з P_{ло}(\rho_{ср}) \quad , \tag{11}$$

где k_2, k_3 - коэффициенты пропорциональности.

Соответственно, $C^{n}_{МО}=C^{'}_{МО}+C^{''}_{МО}$. (12)

Экономические потери $C(\alpha)$ в общем случае определяются следующим образом:

$$C(\alpha)=C_{пр}\cdot t_{пр}\cdot\alpha \quad , \tag{13}$$

где $C_{пр}$ - потери производства при его простое в течение единицы времени; $t_{пр}$ - среднее время простоя производства для поиска элементов метрологического обеспечения, ошибочно признанных не соответствующими требованиям.

Экономические потери $C(\beta)$ обусловлены тем, что относительная доля элементов метрологического обеспечения, не соответствующих требованиям, но необнаруженных в процессе проверки соответствия, становится больше ρ_1 . Как следует из выражения (6), погрешности измерения параметров технологического процесса при этом возрастают, и потери от выпуска бракованной продукции, по аналогии с выражением (10), будут равны:

$$C^{'}(\beta)=k_1\cdot C_{бр}\cdot\rho_{ср}\cdot t_{обн}\cdot\beta \quad . \tag{14}$$

Потери, вызванные увеличением погрешности измерений и, соответственно, увеличением вероятностей $P_{ло}$ и $P_{но}$ при контроле качества продукции, по аналогии с выражением (14) будут равны:

$$C^{''}(\beta)=\left[C_{бр}\cdot k_1 P_{но}(\rho_{ср})+C_з\cdot k_з P_{ло}(\rho_{ср})\right]\beta \quad . \tag{15}$$

Соответственно,

$$C(\beta)=C^{'}(\beta)+C^{''}(\beta) \quad .$$

Экономические затраты, обусловленные необходимостью поддержания числа дефектных элементов метрологического обеспечения на уровне, не превышающем ρ_0 , вызываются проведением некоторых управляющих (корректирующих) действий. В наибольшей степени они необходимы в отношении технических средств метрологического обеспечения (средств измерений, контрольного и испытательного оборудования). При наличии у технических средств метрологического обеспечения возможных скрытых отказов они еще некоторое время (до очередной поверки) применяются по назначению. Как следует из выражения (6) для расчета $\overline{\Delta x}$, погрешность СИ зависит от его метрологической надежности (коэффициента B), достоверности поверки $\alpha_п$ и $\beta_п$ меж поверочного интервала $T_{МПИ}$.

Известно, что выбором параметров метрологического обслуживания СИ($T_{МПИ}$, $\alpha_п$, $\beta_п$) и характеристик СИ (σ_0 , B) можно добиться сколь угодно малой доли дефектных элементов метрологического обеспечения ρ , однако при этом существенно возрастают затраты на организацию поверки (аттестации) технических средств и их стоимость. Зависимость затрат от значения ρ_0 в работе предлагается представлять в следующем виде:

$$C_{\rho_0}=f\left(\frac{1}{\rho_0}\right) \quad . \tag{16}$$

где вид функции $f\left(\frac{1}{\rho_0}\right)$ устанавливается в каждом конкретном случае **Рс** исходя из особенностей организационной структуры и технической базы предприятия.

Экономические затраты, обусловленные проведением оценки соответствия метрологического обеспечения установленным требованиям, можно определить по формуле:

$$C^{з}_{пр}(m_{ср})=C_з\cdot m_{ср} \quad , \tag{17}$$

где $C_з$ - средние затраты на проведение оценки соответствия одного элемента метрологического обеспечения.

Таким образом, полученная математическая модель устанавливает соотношение между предотвращенными экономическими потерями предприятия, обусловленными проведением оценки соответствия метрологического обеспечения установленными требованиями, соответствующими корректирующими действиями и затратами на проведение проверки соответствия в зависимости от значений показателей α, β, ρ_0 и ρ_1 характеризующих процедуру проверки. Она представляет собой нелинейную функцию, зависящую от четырех переменных (α, β, ρ_0 , ρ_1), при этом диапазон возможных вариаций переменных составляет 0÷1.

Поиск экстремума таких функций возможен различными методами, достаточно подробно описанными в соответствующей литературе и представленными стандартными программами для ЭВМ.

Для анализа математической модели (8) в диссертации использованы «тестовые» зависимости потерь (затрат) предприятия от составляющих его метрологического обеспечения. Было принято, что потери предприятия при отсутствии проверки соответствия метрологического обеспечения пропорциональны $(\rho_{cp})^S$ (S принимало значения 1, 2, 3, 4), затраты на поддержание уровня его дефектных элементов - обратны пропорциональны ρ_0^L , причем L в расчетах принимало значения 1, 2, 3, а потери от ошибок второго рода при проверке соответствия в 2 раза больше потерь от ошибок первого рода.

Поиск минимума функции потерь (8) проводился методом покоординатного спуска. Расчеты показали, что функция имеет один минимум, при этом координаты минимума (оптимальные значения параметров процедуры проверки ($\alpha_{опт}, \beta_{опт}, \rho_{0_{опт}}$, $\rho_{1_{опт}}$) существенно зависят от коэффициентов функции (8). В таблице 2.2. приведены результаты оптимизации параметров процедуры проверки статистических гипотез при оценке соответствия метрологического обеспечения для различных значений коэффициента S в функции потерь при $L=1$.

Таблица 2

S	$Э_{МО\ \min}$	ρ_0	ρ_1	α	β	m_{cp}
1	0,88	0,103	0,153	0,0071	0,0035	352
2	0,93	0,08	0,124	0,0062	0,0031	386
3	0,97	0,075	0,103	0,0054	0,0027	402
4	1,06	0,063	0,094	0,0048	0,0025	438

Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что необходим объективный анализ всех составляющих функции потерь (17) на каждом конкретном предприятии, поскольку параметры оптимальной процедуры проверки зависят от входящих в эти, составляющие коэффициентов.

Для сравнения необходимого объема выборки при различных процедурах проверки статистических гипотез рассчитаны объемы выборки для последовательной процедуры, предложенный в диссертации, и критерия Неймана-Пирсона, соответствующие оптимальным значениям ρ_0 , ρ_1 α и β .

Результаты расчетов подтверждают ранее полученные теоретические выводы о безусловном преимуществе последовательной процедуры проверок статистических гипотез перед другими процедурами по объему выборки при прочих равных условиях.

В ходы выполнение исследование проанализировано показатели эффективности метрологического обеспечения предприятия, позволяющие определить влияние точностных характеристик методов и средств измерений на эффективность технологических процессов и контроля качества продукции, учитывающие метрологическую надежность средств измерений и достоверность их поверки

Разработка модель оценки влияния погрешностей методов и средств измерений на достоверность многопараметрического контроля качества выпускаемой продукции, позволяющая

оценить влияние метрологической надежности и погрешности средств измерений на показатели контроля качества продукции и учитывающая параметры системы метрологического обслуживания средств измерений.

Библиографический список:

1. Бегунов А.А. Метрологическое обеспечение производства пищевой продукции. Справочник. – СПб.: МП «Издатель», 1992 – 288 с.

2. Ахмедов Б.М., Бегунов А.А.Теоретические основы аналитических измерений в технологических отраслях. Изд-во ООО «Нашр ХА», Ташкент, 2006 – с.83.

3. Ахмедов Б.М., Исматуллаев П.Р., Туробжонов С.М., Юсупов Э.Д., Тураев Ш.А. Основы системы менеджмента качества. Учебное пособие. ИПТД «Узбекистан», Ташкент 2009. -208 с.

4. Храменков А.В. Мониторинг метрологического обеспечения в системе менеджмента качества предприятия. -Измерительная техника, №8, 2007 - с. 67.

5. O'z DSt 8.010.3:2004 Государственная система обеспечения единства измерений РУз. Метрология. Термины и определения. Часть 3. Метрологическая служба (Взамен РСТ Уз 8.010-93).

6. O'z RH 51-011-93 ГСИ РУз. Типовое положение о ведомственной метрологической службе в РУз.

7. O'z RH 51-106:2001 ГСИ РУз. Метрологическая экспертиза нормативной и технической документации, организация и порядок проведения.

8. O'z T 51-140:2005 ГСИ РУз. Основные положения метрологического обеспечения на малых предприятиях.

9. Конюхов А.Г. Метрологическое обеспечение в приборостроении. –М.: Изд-во стандартов, 1990.

10. Крещук В.В. Метрологическое обеспечение эксплуатации сложных изделий. –М.: Изд-во стандартов, 1989.

11. Артемьев В.Г., Голубев С.М. Справочное пособие для работников метрологических служб. –М.: Изд-во стандартов, 1990.

12. Сычев Е.И., Томилев Ю.Ф., Храменков В.Н. Планирование метрологического обеспечения технических систем. –Архангельск: Изд-во АГТУ, 1998.

13. Бесфамильная Л.В.Экономическая эффективность средств измерений при контроле качества продукции. –М.: Изд-во стандартов 1986.

14. ПР 50.2.015-2002 «ГСИ. Порядок определения стоимость (цены) метрологических работ».

15. МИ 2546-99 «ГСИ. Методы определения экономической эффективности метрологических работ».

16. ГОСТ Р ИСО 10012-2008 Системы менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию.

17. ISO 10012:2003 «Measurement management systems - Requirements for measurement process and measuring equipment».

18. Ермолаева Г.А., Колчева Р.А./ Технология и оборудование производства пива и безалкогольных напитков: Учеб. для нач. проф. образования. -М.: ИРПО; Изд. центр «Академия», 2000. - 416 с.

19. Балашов В. Е. Дипломное проектирование предприятий по производству пива и безалкогольных напитков. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983,-288 с.

20. Кунце В., Мит.Г. Технология солода и пива. - Спб.: Профессия, 2000.

Климкин Денис Валерьевич
студент гр. 16ВПм1
Пензенский государственный университет, факультет вычислительной техники, кафедра «Математическое обеспечение и применение ЭВМ», г. Пенза.
Klimkin Denis Valerievich
student of the group 16ВПм1 at Penza state University, faculty of computer facilities, department " Mathematical support and computer application", Penza.

УДК 623.5

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

ANALYSIS OF EXISTING BALLISTIC PROBLEMS

Аннотация: В данной статье рассмотрены наиболее распространенные проблемы в баллистике, существующие в настоящее время, в частности проблемы нехватки высококвалифицированных специалистов, приборного оснащения, выбора траекторий, приборной совместимости, соотношения высокоточных и неуправляемых боеприпасов. Анализ данных проблем производился с опорой на основные аспекты и факторы, влияющие на актуальность, новизну и необходимость нахождения скорейших путей решения существующих проблем, а так же на полноту баллистической картины в целом.

Abstract: In this article the most widespread problems in ballistics existing now are covered. Particulary problems of shortage of highly qualified specialists, instrument equipment, the choice of trajectories, instrument compatibility, a ratio of high-precision and uncontrollable ammunition are considered. The analysis of these problems was made with attention to the main aspects and factors influencing relevance, novelty and need of finding of the fastest solutions of the existing problems, and also completeness of a ballistic picture in general.

Ключевые слова: анализ, баллистика, баллистические проблемы, ствольные системы, артиллерийское вооружение, огневые задачи, боевое обеспечение, теория и практика стрельбы.

Keywords: analysis, ballistics, ballistic problems, barreled systems, artillery armament, fire tasks, fighting ensuring, theory and practice of firing.

В советское время развал научных школ баллистики ствольных систем происходил на фоне дефицита и заинтересованности в скорейшей подготовке баллистиков различного профиля. Развитие отечественной системы вооружения не было возможно без высококвалифицированных специалистов и генерируемых ими знаний.

Артиллерийское вооружение являлось важнейшей частью военной силы России за весь промежуток времени ее существования. На решение теоретических проблем, возникающих в процессе развития ракетно-артиллерийского вооружения, была нацелена баллистика – одна из основных военно-технических дисциплин. Ее развитие всегда находилось в зоне особого внимания военных ученых.

Сегодня баллистика отошла на второй план. Но без эффективного применения этой науки не будет уверенных шагов в развитии проектно-конструкторской деятельности, связанной с созданием вооружения и военной техники.

В последние годы все большее внимание уделяется разработке как управляемых и корректируемых снарядов с лазерными полуактивными головками самонаведения, так и снарядов с применением систем автономного самонаведения. К числу определяющих проблем создания такого типа боеприпасов прежде всего относятся проблемы приборного оснащения и выбора траекторий, гарантирующих снижение ошибок выведения снаряда в зону «выбираемого» промаха при стрельбе на предельные дальности [3].

Различные огневые задачи должны решаться при различном соотношении высокоточных и неуправляемых боеприпасов. Как следствие, для высокоточного и надежного поражения всего возможного спектра целей в состав единого боекомплекта должны включаться обычные, кассетные, специальные баллистические снаряды с многофункциональными и дистанционными взрывателями, а также управляемые и корректируемые снаряды различных типов. Но это невозможно без решения соответствующих задач боевого обеспечения, прежде всего разработки алгоритмов

автоматизированного ввода исходных установок стрельбы и наведения орудия, одновременного управления всеми снарядами в залпе артиллерийской батареи, создания универсального алгоритмического и программного обеспечения для решения задач поражения целей, причем баллистическое и программное обеспечение должно удовлетворять условиям информационной совместимости со средствами управления боевыми действиями и средствами разведки любого уровня.

Одним из перспективных направлений создания артиллерийских комплексов нового поколения с учетом ограниченных финансовых возможностей является повышение точности стрельбы за счет корректировки установок стрельбы и времени срабатывания взрывателя для неуправляемых боеприпасов либо коррекции траектории с использованием исполнительных органов бортовой системы коррекции полета снаряда для управляемых боеприпасов.

Как известно, развитие теории и практики стрельбы, совершенствование средств вооруженной борьбы приводят к требованию периодической переработки существующих и издания новых правил стрельбы и управления огнем артиллерии с учетом необходимости введения в них разделов, касающихся особенностей стрельбы и управления огнем при выполнении огневых задач высокоточными боеприпасами и отражающих опыт контр-террористических операций в ходе ведения боевых действий в горячих точках.

Подтверждением этому может служить разработка боевого обеспечения различного рода систем активной защиты в диапазоне от простейших систем автоматизированной защиты бронетанковой техники до систем автоматизированной защиты шахтных пусковых установок баллистических ракет дальнего действия.

Подготовка применения задач по внеплановым целям, выявляемым в процессе боевого применения баллистических ствольных систем, может быть осуществлена по данным воздушной разведки только в том случае, если в базе данных имеются геопривязанные изображения района цели, соответствующие сезону.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что необходим пересмотр существующих правил стрельбы и управления огнём для решения упомянутых проблем и оптимизации выполнения огневых задач, а также для разработки информационного и алгоритмического обеспечения перспективных систем вооружения и средств поражения.

Заключение

В данной статье были проанализированы существующие на данный момент проблемы в баллистике. В настоящее время имеется несколько путей решения данных проблем: создание специального информационного обеспечения в виде снимков местности, удовлетворяющих по климатическому сезону моменту применения баллистического снаряда; разработка алгоритмического обеспечения расчета применения задач и выдачи данных координатного целеуказания для всей номенклатуры ракет с доведением результатов расчетов до объектов сопряжения; учёт весомой разницы табличных условий от внешних; нахождение угла отклонения от направления полёта; пересмотр существующих методов боевого положения в пользу создания принципиально новых подходов, допускающих нахождение компромиссных решений.

Следует заметить, что разработка современных видов высокоточного вооружения не может быть осуществлена без дальнейшего развития и совершенствования алгоритмического обеспечения навигационных систем.

Библиографический список:

1. А.А. Дмитриевский, Л.Н. Лысенко «Внешняя Баллистика» // М.: Машиностроение, 2009, 102 с.
2. В.В. Бурлов, В.В. Грабин «Баллистика ствольных систем» // М.: Российская академия ракетных и артиллерийских наук, 2006, 42 с.
3. Вымирающая баллистика [Электронный ресурс]. URL: https://topwar.ru/40947-vymirayuschaya-ballistika.html (Дата обращения: 18.04.2018).

Тимофеев Иван Андреевич
Timofeev Ivan Andreevich
аспирант, кафедра математического моделирования
Математический факультет
Ярославский Государственный Университет им. П.Г. Демидова
E-mail: skat.set@gmail.com

УДК 681.518

ОБЗОР СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ИНТЕРНЕТА ВЕЩЕЙ

OVERVIEW OF INTERNET OF THINGS MEANS AND METHODS

Аннотация: В статье рассматривается характеристики концепции Интернета Вещей, а также формулируются средства и методы разработки систем в рамках данной концепции. Данный материал носит теоретический характер и нацелен на дальнейшее развитие данной концепции.

Abstract: In the paper we overview characteristics of Internet of Things concept and also formulate terms of means and methods within system development based on the concept. This theoretical material is aimed to further evaluation of the concept.

Ключевые слова: Интернет Вещей, средства и методы Интернета Вещей

Keywords: Internet of Things, IoT, IoT means and methods

Введение

За последние 5 лет наблюдается повышение интереса производителей устройств и их потребителей к концепции Интернет Вещей (Internet of Things, IoT) [1]. В рамках данной концепции предполагается спроектировать и разработать инфраструктуру сети, где каждое устройство будет иметь доступ к другим устройствам и взаимодействовать с ними для выполнения определенных сценариев, исключая из части действий необходимость участия человека [1].

Стоит отметить, что большое количество физических устройств является одной из важных характеристик концепции Интернета Вещей. Кроме физических устройств в рамках концепции могут быть рассмотрены любые "виртуальные" сущности (такие, как веб-приложения, сервисы и т.д.), работающие в IoT-сетях совместно с физическими устройствами. Оба типа сущностей могут обобщенно называться "вещами" в рамках концепции, что говорит об ещё одной важной характеристике Интернета Вещей --- объединении физического и виртуального миров [2].

Другой характеристикой концепции является то, что в сети Интернета Вещей может присутствовать абсолютно любое физическое устройство, имеющее доступ в интернет. Это может быть автомобиль, телефон, камера, медицинское оборудование, бытовая техника, умные часы и так далее [2]. Соответственно, разработчики IoT-систем должны учитывать особенности всех устройств в конкретной IoT-сети. К таким особенностям относятся географическое расположение устройства, наличие или отсутствие постоянного источника электропитания, доступные каналы передачи информации, наличие временного хранилища данных, вычислительные мощности и так далее.

Большое количество устройств и их разнообразие логичным образом формирует большое количество разнородных данных, генерируемых "вещами" [3], что также является характеристикой концепции Интернета Вещей.

Разумеется, описанные выше характеристики повлияли определённым образом на процесс разработки IoT-систем. В частности, благодаря им были разработаны и применены различные средства и методы. Целью данной статьи является перечисление данных средств и методов разработки IoT-систем в едином виде, а также разделение их по логическим группам.

Средства Интернета Вещей

В качестве средств Интернета Вещей рассматриваются стандарты, протоколы и решения, направленные на решение одной задачи, как правило, стоящей перед разработчиками IoT-систем или IoT-устройств. Ниже перечислены данные средства с кратким описанием каждого из них:

Средства идентификации устройства. Для идентификации устройств изначально рассматривался RFID в качестве способа передачи информации, в качестве самого идентификатора предлагалось использовать IPv6-адрес или URL сетевого ресурса, важным требованием является уникальность каждого идентификатора [4].

Средства измерения показаний. Разнообразие видов физических устройств повлияло таким образом, что в концепции Интернета Вещей не существует каких-либо правил или стандартов по типу и количеству используемых датчиков, поэтому в каждой из прикладных областей используется свой набор датчиков для измерения показаний, например обзор медицинских датчиков сделан в работе [5], датчиков для умных домов в работе [6] и обзор некоторых датчиков, используемых в IoT-системах для предприятий рассмотрен в работе [7].

Средства передачи данных. В качестве средств передачи данных стоит понимать множество стандартов и протоколов передачи данных такие как RFID, NFC, различные вариации стандарта IEEE 802.11 (Wi-Fi, ZigBee), Bluetooth LE [8]. Кроме того, важным требованием к стандартам и протоколам передачи данных относится количество затрачиваемой электроэнергии и наличие/отсутствие проводного соединения, а также скорость передачи данных. В работах [8], [9] и [10] исследуются вопросы применимости протоколов и стандартов разных сетевых уровней.

Средства обработки данных. Как было сказано выше, в сетях IoT генерируется большое количество данных, что делает сложным (или невозможным) централизованное вычисление всех данных. По этой причине разрабатываются различные концепции потоковой распределенной обработки данных (например, предложенной в [11]) или концепции распределенных облачных кластеров, рассчитанных на приём данных от множества источников, рассмотренных в работе [12].

Средства обеспечения безопасности. Безопасность занимает ключевое место при разработке любой IoT-системы, однако средства, используемые в концепции Интернета Вещей, не отличаются ключевым образом от средств безопасности других интернет-направлений. Так, среди средств безопасности можно наблюдать средства идентификации, авторизации и аутентификации, приватности информации, криптографии, анализа наличия уязвимостей, средства борьбы с вредоносным программным обеспечением (ПО) и средства обеспечения безопасности систем, на основе которых происходит выполнение разрабатываемого ПО [13].

Сформулированные в данном разделе средства позволяют перейти к следующему этапу описательных работ, а именно перечислению методов Интернета Вещей.

Методы Интернета Вещей

В качестве методов Интернета Вещей рассматриваются подходы, нацеленные на решение конкретной цели. Это могут быть также подходы из других прикладных областей, подходящие для решения типичный проблем при разработке IoT-систем. Важной особенностью является то, что все методы тем или иным образом используют описанные выше средства Интернета Вещей.

- *Методы работы с большим количеством устройств:*
  - машинное обучение [3] рассматривается как способ оптимальной обработки данных в терминах обучения с учителем или без учителя;
  - интеллектуализация [2] предусматривает анализ, мониторинг и автоматизацию сценариев использования в рамках алгоритмов принятия решения;
  - семантический интернет [14] используется для автоматизации выведения знаний и правил из среды выполнения на основе онтологий и представления информации в заданном формате;
  - туманные вычисления [15] представляет собой альтернативу облачному вычислению, хранению, построению сети и управлению устройствами, где в целях децентрализации описанные выше роли распределяются между самими устройствами.
- *Методы построения архитектуры:*
  - метод построения локальной архитектуры [16], где рассматривается способ подключения устройств между собой (присутствуют схемы устройство-устройство, устройство-облако, устройство-шлюз);
  - метод построения потоковой архитектуры [11], в основу которого закладываются произошедшие события в виде новых данных;
  - метод построения архитектуры с учетом распределения и контроля за качеством предоставляемых услуг [17];
  - метод построения архитектуры Интернета вещей на основе Веба Вещей [18], предусматривающий использование веб-технологий в качестве средств для взаимодействия.
- *Методы обеспечения безопасности.* Как и было сказано выше, обеспечение безопасности является одной из ключевых задач при разработке IoT-систем. По этой причине было сформулировано и изучено много методов. Приведем базовые методы из сопутствующий прикладных областей [13]:

- авторизация пользователей;
- передача данных;
- хранение данных.

- *Методы обновления ПО.* Как описано в работе [19], методы обновления ПО являются частным случаем методов обеспечения безопасности, однако из стоит выделить в отдельную группу ввиду их особой значимости:
  - планирование графика выпуска обновлений;
  - доставка обновлений на устройства;
  - обновления версии ПО устройств.

Стоит обратить внимание, что в рамках концепции Интернета Вещей можно выделить гораздо больше средств и методов, чем было перечислено выше, так как концепция является междисциплинарной и в каждом направлении существуют свои специфичные задачи, а соответственно и методы их решения. Однако, в рамках данной статьи было принято решение ограничится наиболее общими аспектами описанной концепции.

Заключение

В рамках данной статьи были сформулированны важные характеристики концепции Интернета Вещей, а именно большое количество устройств, широкая вариативность данных устройств по типу и свойствам, а также большое количество данных и их разнородность. На основе данных характеристик были перечислены основные средства и методы Интернета Вещей, характерные для этой концепции. Данные результаты будут полезными для исследователей прикладных областей по применению описанных средств и методов в других научных направлениях, а также разработчикам систем на основе Интернета Вещей. Следующим этапом работ является формулировка типичных задач Интернета Вещей на основе описанных концепций.

Библиографический список:

1. Middleton P., Koslowski T., Gupta A. Forecast Analysis: Internet of Things-Endpoints, Worldwide, 2016 Update //Gartner Database (ID: G00302435).(February 2017). – 2017.
2. Friess P. Digitising the industry-internet of things connecting the physical, digital and virtual worlds. – River Publishers, 2016.
3. Mohammadi M. et al. Deep Learning for IoT Big Data and Streaming Analytics: A Survey //arXiv preprint arXiv:1712.04301. – 2017.
4. Gubbi J. et al. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions //Future generation computer systems. – 2013. – Т. 29. – №. 7. – С. 1645-1660.
5. Hassanalieragh M. et al. Health monitoring and management using Internet-of-Things (IoT) sensing with cloud-based processing: Opportunities and challenges //Services Computing (SCC), 2015 IEEE International Conference on. – IEEE, 2015. – С. 285-292.
6. Ghayvat H. et al. WSN-and IOT-based smart homes and their extension to smart buildings //Sensors. – 2015. – Т. 15. – №. 5. – С. 10350-10379.
7. Chi Q. et al. A reconfigurable smart sensor interface for industrial WSN in IoT environment //IEEE transactions on industrial informatics. – 2014. – Т. 10. – №. 2. – С. 1417-1425.
8. Porkodi R., Bhuvaneswari V. The internet of things (IOT) applications and communication enabling technology standards: An overview //Intelligent Computing Applications (ICICA), 2014 International Conference on. – IEEE, 2014. – С. 324-329.
9. Glória A., Cercas F., Souto N. Comparison of communication protocols for low cost Internet of Things devices //Design Automation, Computer Engineering, Computer Networks and Social Media Conference (SEEDA-CECNSM), 2017 South Eastern European. – IEEE, 2017. – С. 1-6.
10. Sheng Z. et al. A survey on the ietf protocol suite for the internet of things: Standards, challenges, and opportunities //IEEE Wireless Communications. – 2013. – Т. 20. – №. 6. – С. 91-98.
11. Yasumoto K., Yamaguchi H., Shigeno H. Survey of real-time processing technologies of iot data streams //Journal of Information Processing. – 2016. – Т. 24. – №. 2. – С. 195-202.
12. Wang L., Ranjan R. Processing distributed internet of things data in clouds //IEEE Cloud Computing. – 2015. – Т. 2. – №. 1. – С. 76-80.
13. Zhang Z. K. et al. IoT security: ongoing challenges and research opportunities //Service-Oriented Computing and Applications (SOCA), 2014 IEEE 7th International Conference on. – IEEE, 2014. – С. 230-234.

14. Gyrard A., Serrano M., Atemezing G. A. Semantic web methodologies, best practices and ontology engineering applied to Internet of Things //Internet of Things (WF-IoT), 2015 IEEE 2nd World Forum on. – IEEE, 2015. – С. 412-417.

15. Chiang M., Zhang T. Fog and IoT: An overview of research opportunities //IEEE Internet of Things Journal. – 2016. – Т. 3. – №. 6. – С. 854-864.

16. Thaler D., Tschofenig H., Barnes M. Architectural Considerations in Smart Object Networking //Tech. no. RFC. – 2015. – Т. 7452.

17. Duan R., Chen X., Xing T. A QoS architecture for IOT //Internet of Things (iThings/CPSCom), 2011 International Conference on and 4th International Conference on Cyber, Physical and Social Computing. – IEEE, 2011. – С. 717-720.

18. Guinard D. et al. From the internet of things to the web of things: Resource-oriented architecture and best practices //Architecting the Internet of things. – Springer, Berlin, Heidelberg, 2011. – С. 97-129.

19. Farrell S., Tschofenig H. Report from the Internet of Things Software Update (IoTSU) Workshop 2016. – 2017.

Ерычев Михаил Андреевич
Erychev Mikhail Andreevich
студент 3 курса, напр. «Химическая технология»
Нижнекамский химико-технологический институт
(филиал) ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технологический университет»
E-mail: erychev97@mail.ru

УДК 547.538.141

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СТИРОЛА

PHYSICAL AND CHEMICAL METHODS OF STYRENE STUDY

Аннотация: в работе изучены физические и химические свойства стирола, способы их получения и области применения. Описаны методы физико-химического анализа, применяемые при исследовании стирола.

Abstract: The physical and chemical properties of styrene, the methods of their preparation and the field of application have been studied. The methods of physicochemical analysis used in the study of styrene are described.

Ключевые слова: стирол, свойства, способы получения, области применения, физико-химические методы анализа.

Key words: styrene, properties, methods of production, fields of application, physicochemical methods of analysis

Стирол представляет собой бесцветную прозрачную светопреломляющую жидкость. Чистый углеводород обладает характерным приятным сладковатым запахом. Если в мономере присутствуют альдегиды, то запах его становится едким и неприятным. Вследствие своей относительно невысокой температуры кипения стирол является довольно летучим и легко воспламеняющимся веществом с низкими пределами взрывоопасности смеси его паров с воздухом. При работе со стиролом в лаборатории необходимо соблюдать повышенную осторожность. Растворимость стирола в воде ничтожна (в 100 г воды при 20° растворяется 0,0125 г стирола), но с органическими растворителями он смешивается неограниченно.[4]

Наличие активной олефиновой связи в боковой цепи стирола – главное направление атак на эту цепь. Обладает свойствами ароматических соединений и олефинов. Присоединяет в боковую цепь *галогены* с образованием моно- или дигалогенидов. Наличие активной олефиновой связи в боковой цепи стирола – главное направление атак на эту цепь. Стирол легче, чем олефины, присоединяет спирты. Однако при нитровании стирола наряду с главным продуктом этой реакции – ω-нитростиролом образуются оба продукта в ядро о- и п – стиролы. Гидратация стирола в присут. солей Hg(II) с послед. взаимод. с $NaBP_4$ приводит к а-фенилэтиловому спирту - важному продукту в парфюмерной промышленности.[4]

Ударопрочный полистирол (УПС) – продукт привитой сополимеризации стирола с бутадиеновым или бутадиенстирольным каучуком. Процесс сополимеризации с каучуком проводят в растворе стирола в присутствии пероксидных инициаторов. Молекулярная масса равна 70-100 тыс. При этом одновременно проходят гомополимеризация стирола и привитая сополимеризация стирола с каучуком. Доля сополимера около 15%. Марочный ассортимент определяется способом получения и назначением УПС. При полимеризации в массе буквенное обозначение марки – УПМ, при суспензионной – УПС. Бутадиен-стирольные каучуки – статистические сополимеры бутадиена и стирола (СКС) или α-метилстирола (СКМС) с содержанием последних 21-25%. На 50% и более бутадиен присоединяется в трансконфигурации, остальное в конфигурации 1,4-цис и 1,2. Получают СКС в основном методом эмульсионной сополимеризации при 50 или 5 0С. Каучуки с содержанием стирола 21-25% обозначаются как CRC-30 или СКМС-30. Выпускаются каучуки с 8-10% стирола (CRC-10) с повышенной морозостойкостью или с 40-50% стирола (CRC-50) с повышенной жесткостью. ММ (СКС)=150-400тыс. Применяются как каучуки общего назначения. [1]

Большую часть стирола (около 85 %) в промышленности получают дегидрированием этилбензола при температуре 600—650°С, атмосферном давлении и

разбавлении перегретым водяным паром в 3 — 10 раз. Используются оксидные железо-хромовые катализаторы с добавкой карбоната калия:

$$C_6H_5C_2H_5 \longrightarrow C_6H_5CH{=}CH_2 + H_2$$

Дегидратация метилфенилкарбинола при 180-280°С в присутствии катализатора TiO2:

$$C_6H_5CH(OH)CH_3 \longrightarrow C_6H_5CH{=}CH_2 + H_2O$$

Стирол широко применяется в производстве бутадиенстирольных каучуков, в качестве компонента сополимеризации для производства сополимерных смол и пластических масс и в производстве полистирола.[4]

Полистирол получают полимеризацией стирола в эмульсии или в блоке в присутствии инициирующих веществ, в частности, перекисных ароматических соединений. Полученный таким образом полистирол является гидрофобным материалом с отличными электроизоляционными свойствами. При выдерживании в воде в течение 300 часов он сорбирует всего около 0,05% влаги.[5]

Полистирол обладает высокой прозрачностью, светостойкостью и морозостойкостью; это один из наиболее широко применяемых термопластичных материалов, мировое производство которого в 1957 г. превысило 370 тыс. т. Основная область применения полистирола — производство электроизоляционных материалов, однако в последние годы его используют в стройиндустрии для производства облицовочных плиток, а также пенопластов — новых материалов, имеющих очень малый удельный вес и прекрасные звуко-теплоизоляционные свойства.[4]

Недостаток полистирола — низкая теплостойкость; однако в последние годы разработаны способы получения так называемого стереорегулярного полистирола с значительно большей теплостойкостью (220-230°). Стирол применяется в виде не только полимера, но и сополимеров с различными непредельными соединениями. Наиболее массовый продукт — сополимер стирола и бутадиена, так называемый бутадиен-стирольный каучук; в нем содержится от 10 до 50% стирола от веса каучука.Совместная полимеризация бутадиена со стиролом производится в эмульсии растворов натрия и натриевой соли. [5]

Физико-химические методы являются комбинацией физических и химических методов. Например, с помощью химической реакции окрашивают раствор определяемого вещества, а по интенсивности его окраски находят содержание вещества. Поскольку физические свойства удобнее всего измерять с помощью физических приборов, то физико - химический анализ проводят на различных приборах и называют приборным или инструментальным.[6]

Хромато-масс-спектрометрическое определение стирола в воде. Измерения концентрации стирола выполняют методом газожидкостной хроматографии с пламенно-ионизационным детектированием. Концентрирование стирола из воды осуществляют методом экстракции с последующим анализом равновесной паровой фазы.[3]

Определение массовой доли стирола и органических примесей методом газожидкостной хроматографии. Определение основано на разделении компонентов методом газожидкостной хроматографии на диатомитовом носителе с нанесенным на него полиэтилен гликолем 20000 и регистрации выходящих компонентов пламенно-ионизационным детектором. Массовую долю стирола и органических примесей определяют методом «внутреннего эталона». [2]

Косвенное потенциометрическое титрование. Определение стирола. Потенциометрический метод определения виниловых мономеров основан на использовании реакции присоединения ацетата ртути (II) по месту двойной связи виниловых мономеров в среде метилового спирта:

$$R{-}CH{=}CH_2 + \underset{\text{избыток}}{Hg(OCOCH_3)_2} + CH_3OH \longrightarrow R{-}\underset{CH_3O}{CH}{-}\underset{HgOCOCH_3}{CH_2} + CH_3COOH$$

Реакция идет с достаточной скоростью в присутствии катализаторов - нитратов щелочных металлов. Избыток ацетата ртути связывают в виде мало диссоциированного хлорида ртути (II):

$$Hg(OCOCH_3)_2 + 2Cl^- \longrightarrow HgCl_2 + 2CH_3COO^-$$

Уксусную кислоту, выделяющуюся при реакции в количестве, эквивалентном содержанию мономера, титруют стандартным спиртовым раствором щелочи. [2]

Определение стирола в полистироле. Бензол, этанол 75%-й водный, Йодид тетрабутиламмония 0,05 М раствор в 75%-м этаноле, стирол, полистирол (очищенный от стирола). В колбе с притертой пробкой готовят 10%-й раствор полистироола в бензоле и оставляют на 8 ч для полного растворения полимера. Это время можно сократить до 50 мин, прибегнув к механическому взбалтыванию в вибрационном аппарате (80-200 ходов за 1 мин). Один объем раствора полистирола в бензоле смешивают с двумя объемами 0,05 М раствора иодида тетрабутиламмоння в 75%-м этаноле. Смесь взбалтывают в течение 40 мин, затем фильтруют через бумажный фильтр, на котором остается набухший полимер. Фильтрат полярографируют. По градуировочному графику, зная высоту волны, определяют концентрацию стирола c в полярографируемом рас-творе (в ммоль/л).[1]

Определение стирола в полиэфирных смолах. Этанол 95%-й, Йодид (или хлорид) тетрабутиламмония 0,1 М водный раствор, стирол чистый, полиэфирная смола, очищенная от стирола. Навеску полиэфирной смолы (от 250 до 500 мл) вносят в мерную колбу емкостью 100 мл, содержащую 50 мл 95%-го этанола. Колбу с содержимым помещают в вибрационный аппарат на 1 ч. Раствор доводят до метки 95%-м этанолом и 5 мл полученного раствора вносят в электролизер, содержащий 10 мл 95%-го этанола и 5 мл фона 0,1 М $N(C_4H_9)_4Cl$. Смесь перемешивают и после пропускания инертного газа полярографируют от -2,0 до -2,8 В. Расчет проводят по градуировочному графику, построенному в аналогичных условиях.[2]

В данной работе мною были рассмотрены пять различных методов анализа стирола:

Измерения концентрации стирола выполняют методом хромато-масс спектрометрии с пламенно-ионизационным детектированием. Концентрирование стирола из воды осуществляют методом экстракции с последующим анализом равновесной паровой фазы. Этот метод хорош тем, что реакция протекает очень быстро.

Второй из методов, приведенный в работе – определение массовой доли стирола и органических примесей методом газожидкостной хроматографии. Этот метод хорош тем, что является более точным.

Третий метод относится к потенциометрическим методам. Потенциометрический метод определения виниловых мономеров основан на использовании реакции присоединения ацетата ртути (II) по месту двойной связи виниловых мономеров в среде метилового спирта.

Четвертый и пятый методы, рассматриваемые в данной курсовой работе – это определение стирола в полистироле и определение стирола в полиэфирных смолах методом полярографии. Рассчитывают концентрацию стирола, используя градуировочную характеристику.

Библиографический список:

[1] В.Д.Безуглый. Полярография в химии и технологии полимеров/ В. Д. Безуглый – Москва: Химия, 1989. – 96 с.: ил.

[2] Крешков А.П. Основы аналитической химии. Физико-химические (инструментальные) методы анализа/ А.П. Крешков - Москва.: Химия,1970. – 445 с.: ил.

[3] Малышева А.Г. Определение концентрации химических веществ в воде централизованных систем питьевого водоснабжения/ Н.П. Зиновьева, Ю.Б.Суворова. – М.: Минздрав России, 1999. – 11с.: ил.

[4] Стирол. Технические условия. ГОСТ 10003-90. Москва: ИПК издательство стандартов.,1991.-с.6

[5] Википедия – свободная энциклопедия [Электронный ресурс].- Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Стирол.

[6] Стифатов Б.М. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа/ М.А. Лосева, Ю.В. Рублинецкая - Самара: Химия,2004.-184 с.:ил.

Ерычев Михаил Андреевич
Erychev Mikhail Andreevich
студент 3 курса, напр. «Химическая технология»
Нижнекамский химико-технологический институт
(филиал) ФГБОУ ВО «Казанский национальный
исследовательский технологический университет»
E-mail: erychev97@mail.ru

УДК 547.315.2

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗОПРЕНА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

THEORETICAL ASPECTS OF INVESTIGATION OF ISOPRENE BY PHYSICO-CHEMICAL METHODS

Аннотация: в работе изучены физические и химические свойства изопрена, способы их получения и области применения. Описаны методы физико-химического анализа, применяемые при исследовании бутадиена.

Abstract: Physical and chemical properties of isoprene, methods for their preparation and fields of application have been studied. The methods of physicochemical analysis used in the study of butadiene are described.

Ключевые слова: изопрен, свойства, способы получения, области применения, физико-химические методы анализа.

Key words: isoprene, properties, methods of preparation, fields of application, physicochemical methods of analysis.

Изопрен относится к диеновым углеводородам (алкадиенам). Диеновые углеводороды имеют две двойные связи в молекуле, т.е. на четыре атома водорода меньше, чем соответствующие им предельные углеводороды. Общая формула алкадиенов C_nH_{2n-2} . Поскольку для образования двух двойных связей необходимо по крайней мере три атома углерода, в этом ряду гомологи с одним и двумя атомами углерода не существуют.

В зависимости от взаимного расположения двойных связей диеновые углеводороды можно разделить на три основных типа:

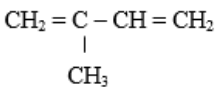
1) углеводороды с кумулированными (примыкающими к одному атому углерода) двойными связями – аллен и его гомологи.

2) углеводороды с сопряженными (конъюгированными) двойными связями – дивинил и его гомологи;

3) углеводороды с изолированными двойными связями.

Диеновые углеводороды по систематической номенклатуре называются так же, как и этиленовые углеводороды, только вместо суффикса – *ен* ставится суффикс – *адиен* (так как двойных связей две). Положение двойных связей, как обычно, показывают цифрами.

Изопрен, или 2-метил-1,3-бутадиен,



Изопрен является гомологом 1,3-бутадиена ,у которого водород при втором углеродном атоме замещен метильной группой CH_3 . При обычных условиях – это легковоспламеняющаяся бесцветная жидкость с характерным запахом и токсическими свойствами. ПДК изопрена в рабочей зоне 40 *мг/м3*. Изопрен практически нерастворим в воде (0,029 мол. %), но смешивается во всех соотношениях с этанолом, диэтиловым эфиром, ацетоном и бензолом.

Наличие системы сопряженных связей в молекуле изопрена определяет ряд его свойств ,в частности ,способность к полимеризации. В контакте с кислородом воздуха он образует пероксиды. При длительном хранении и перед транспортировкой в изопрен вводят ингибитор (гидрохинон,трет-бутилпирокатехин) , а емкости цистерны продувают инертным газом.

Изопрен по степени воздействия на организм в соответствии с ГОСТ 12.1.005 – 76 относится к 4 классу опасности. Предельно допустимая концентрация изопрена в воздухе производственных помещений 40 $мг/м^3$. Изопрен при высоких концентрациях в воздухе действует угнетающе на нервную систему, при низких концентрациях раздражает слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей. При попадании на кожу вызывает обморожение. При острых отравлениях появляется головная боль, шум в ушах, рвота, учащенный пульс.

Изопрен с воздухом образует взрывоопасные смеси.

Категория и группа взрывоопасных смесей по ГОСТ 12.1.011 – 78 – ПА – Т2.

Две сопряженные π – связи образуют общее электронное облако – все четыре углеродных атома находятся в состоянии sp^2 – гибридизации. Это приводит к укорочению простой связи и к стабилизации молекулы. Так, например, энергия образования молекулы дивинила на 14,6 $кДж/моль$ больше по сравнению с вычисленной энергией образование углеводорода того же состава, но без учета сопряжения двойных связей.

Эту разность называют энергией резонанса. Эта особенность в строении диеновых углеводородов делает их способными присоединять различные вещества не только по одной из двойных связей, но и к крайним атомам сопряженной системы – в 1,4 – положение с перемещением двойной связи.

Изопрен вступает в реакции:

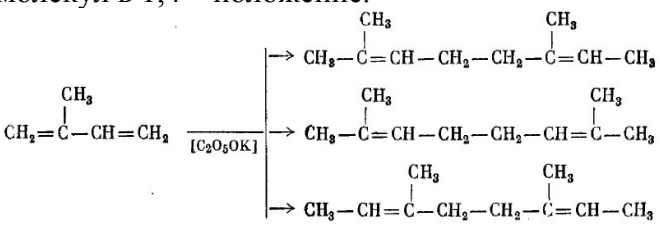
1. Гидрирование. Каталитически возбужденный водород присоединяется в 1,2 и 1,4 – положения.

2. Присоединение галогенов.

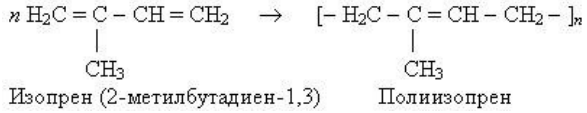
3. Гидрогалогенирование.

4. Гипогалогенирование. Гипогалогенные кислоты и их эфиры присоединяются преимущественно в 1,2 – положения.

5. Димеризация. При нагревании молекулы диеновых углеводородов способны присоединятся друг к другу таким образом, что одна из них реагирует в 1,2 - , а другая в 1,4 – положениях. Одновременно в небольших количествах получается также продукт присоединения обеих молекул в 1,4 – положение.



6. **Полимеризация изопрена.**



Изопрен является основным звеном для построения макромолекул натурального каучука. Натуральный каучук добывается из сока некоторых растений. К каучуковым растениям относятся гевея, гваюла, кок-сагыз, тау-сагыз, обыкновенный одуванчик. При коагуляции млечного сока перечисленных растений выделяется каучук. Промышленное значение имеет в настоящее время получение натурального каучука только на основе культивированных плантаций тропического дерева гевеи. По химическому составу и строению натуральный каучук представляет собой стереорегулярный *цис*-полимер изопрена, *транс*-полимер изопрена встречается в виде гуттаперчи. Натуральный каучук имеют только немногие страны. Остальные либо покупают натуральный каучук, либо заменяют его синтетическим. Пионером в организации крупного промышленного производства синтетического каучука был Советский Союз. В настоящее время производят синтетические каучуки на основе следующих мономеров: дивинила, изопрена, хлоропрена, а также из олефинов, этилена и изобутилена.

Шинный каучук получают сополимеризацией бутадиена со стиролом, каучуки, устойчивые к действию бензина и масел, - сополимеризацией бутадиена с акрилонитрилом; химически стойкий бутилкаучук – сополимеризацией изобутилена с дивинилом или изопреном.

Каучук – пластичный материал. Для того чтобы придать ему прочность, износоустойчивость, эластичность, стойкость к измерениям температуры, к действию растворителей и химических реагентов, его подвергают вулканизации нагреванием с серой или ее соединениям (вулканизатор) в смеси с наполнителем (сажа и др.). Имеются и другие вулканизирующие средства. В процессе вулканизации происходит «сшивание» линейных молекул каучука в еще более крупные сетчатые (трехмерные) молекулы: получается резина. Различные виды синтетического и натурального каучука очень широко применяются в промышленности транспортных средств, машиностроении, электротехнике, обувной промышленности .

Для контроли качества , чистоты и количества примесей изопрена существует большое количество методов анализа. В современных заводских и научно-исследовательских лабораториях широко применяют химические, физические и физико-химические (инструментальные) методы количественного определения состава веществ.

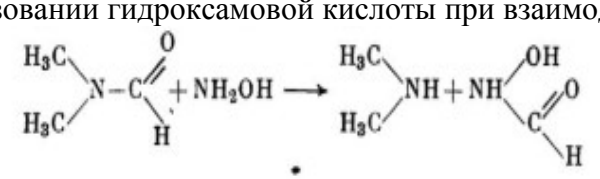
Физические и физико-химические методы анализа основаны на использовании зависимости между измеряемыми физическими свойствами веществ и их качественным и количественным составом. Поскольку физические свойства веществ измеряются с помощью различных приборов - «инструментов», то эти методы анализа называют также инструментальными методами.

Определение карбонильных соединений в изопрене потенциометрическим титрованием Метод основан на взаимодействии карбонильных соединений с гидроксиламином в неводной среде и потенциометрическом титровании избытка основания спиртовым раствором хлорной кислоты.

Определение массовой доли изопрена, суммы бутенов и пентенов. Определение основано на разделение компонентов смеси методом газожидкостной хроматографии с последующим фиксированием выходящих из колонки компонентов детектором по теплопроводимости. Для расчета массовой доли компонентов использован метод нормирования без поправочных коэффициентов.

Определение следовых количеств ацетиленовых соединений в изопрене. Метод основан на предварительном концентрировании примесей ацетиленовых соединений препаративной хроматографией с последующим разделением выделенных компонентов и фиксированием их высокочувствительным пламенно-ионизационным детектором.

Определение диметилформида в изопрене колориметрическим методом. Метод основан на образовании гидроксамовой кислоты при взаимодействии диметилформида с гидроксиламином:



Гидроксамовая кислота образует с солями трехвалентного железа в кислой среде комплекс красного цвета. Интенсивность окраски раствора определяется колориметрически . Реакция образования гидроксамовой кислоты протекает строго во времени и в определениях условиях.

Определение массовой доли перекисных соединений полярографическим методом. Метод основан на способности перекисных соединений восстанавливаться на ртутном капающем электроде. На фоне раствора хлористого лития в бензольно – метальной смеси перекисные соединения изопрена дают четкую полярографическую волну при полярографировании в интервале напряжений от минус 0,2 до минус 2,0В. Потенциал полуволны ($E_{1/2}$) перекисных соединений изопрена равен минус 1,1В относительно хлорсеребряного электрода. Ингибиторы ТБК и ДСИ не мешают определению.

В современной промышленности синтетических каучуков все шире используются физические и физико-химические методы анализа. Развитие производства полимерных материалов выдвигает повышенные требования к чистоте исходных мономеров, так как присутствие в мономерах посторонних примесей снижает физико-механические свойства получаемых на их основе полимеров и изделий из них. Как правило, допустимые количества примесей в мономерах не должны превышать сотых долей процента. Широкое развитие и применение физических и физико-химических методов анализа связано с тем, что они обладают рядом преимуществ по сравнению с химическими методами:

- более высокой чувствительностью (до 10-8 - 10-10 моль/л, в то время как химическими методами можно определить концентрацию веществ только до 10-5моль/л);
- большой селективностью;
- экспрессивностью;
- легкостью осуществления автоматизации непрерывного контроля технологических и исследовательских процессов;
- возможностью анализа малых и ультрамалых количеств веществ.

Но несмотря на это недостатком физико-химических методов является то, что погрешность анализов составляет 2 - 5 %, что выше погрешности классических химических методов. Также необходимость предварительной калибровки прибора, то есть нахождения зависимости измеряемого прибором сигнала от концентрации анализируемого вещества. Необходима высокая профессиональная подготовка химика-аналитика, работающего на этих приборах.

Таким образом, можно сделать вывод, что в настоящее время возрастает значение физических и физико-химических методов анализа, которые позволяют изучать природу и свойства, не вызывая существенных химических изменений в объектах исследования . Среди химических, физических и физико-химических методов анализа, используемых для разделения, анализа, исследования свойств изопрена, видное место занимают хроматографические методы.

Библиографический список:

[1] Барковский В. Ф., Горелик С. М., Городенцева Т. Б. Физико – химические методы анализа. Учебник для техникумов. М., «Высш. Школа», 1972. – 344 с.: ил.

[2] Баранова В. Г., Панков А. Г., Логинова Н. К. Методы анализа в производстве мономеров для синтетических каучуков. Л., «Химия», 1975. – 216 с.: ил.

[3] Петров А. А., Бальян Х. В., Трощенко А. Т. Органическая химия: Учебник для вузов.// Под ред. Стадничука М. Д. – 5-е изд., перераб. И доп. – СПб.: «Иван Федоров», 2002. – 624с.: ил.

[4] Огородников С. К., Идлис Г. С. Производство изопрена. Л., «Химия», 1973. – 296 с.: ил.

[5] Дорохова, Е.Н. Аналитическая химия. Физико-химические методы анализа / Е.Н. Дорохова, Г.В. Прохорова. М.: Высшая школа. 1991. 256 с.

Богословский Михаил Михайлович
Bogoslovskii Michail Michailovich
д.б.н., член-корр. РАЕН, профессор Автономной Некоммерческой Организации Высшего Образования "Университет при Межпарламентской Ассамблее ЕврАЗэС", кафедра естественных наук; Санкт-Петербург, Россия
E-mail: M2BOG1@yandex.ru

УДК 531.2

ЗАКОНЫ ПРИРОДЫ НЕ ДОГМЫ: О ЗАКОНЕ ВСЕМИРНОГО ПРИТЯЖЕНИЯ

THE LAWS OF NATURE ARE NOT DOGMAS: THE LAW OF UNIVERSAL ATTRACTION

Аннотация. В статье доказывается необходимость приведения формулировки закона всемирного тяготения в соответствии с новыми знаниями о Вселенной, которыми не располагал Исаак Ньютон. Термин «тяготение» предлагается заменить на более точный – «притяжение». Обосновывается новое понимание массы тела. Старый закон всемирного притяжения дополняется всемирным отталкиванием. Новую формулировку всемирного закона притяжения - отталкивания рекомендуется внести во все учебники физики.

Abstract. The article proves the necessity to adjust the wording of the law of universal attraction to the new knowledge of the Universe and laws of Nature, which were unknown to Isaak Newton. In the article, a new concept of mass (weight) of a body is justified. The law of universal attraction is complemented with universal repulsion phenomenon resulted in proposal of a wording of the law taking into account both phenomena. It is recommended that the new wording of the law of universal attraction-repulsion be introduced in all physics textbooks.

Ключевые слова: тяготение, закон всемирного притяжения, отталкивание, масса тела, гравитация.

Keywords: attraction, the law of universal attraction, the repulsion, mass of a body, the law of attraction-repulsion. Gravitation

Введение. За последние 200-300 лет наука далеко ушла вперед от первоначальных поверхностных знаний о Природе, её законах и явлениях. По мере накопления наших знаний о ней, необходимо время от времени сверять старые знания с новыми фактами и созданными на их основе новыми представлениями и теориями. Это касается и формулировок законов Природы, созданных в XVII веке, и до сих пор лежащих в основе классической физики. Конечно, всегда найдутся люди, которые будут отказываться признавать новое, современное понимание законов Природы, считая их ошибочными и даже еретическими, называя их авторов «переворотчиками». Конечно, в таком пересмотре могут быть и ошибки, но мы не можем пренебрегать всё большим расхождением старых научных знаний, старых определений и формулировок законов, которые противоречат новым данным и современному пониманию явлений и законов Природы.

Основной раздел. Примером одного из основных законов Природы, открытых в XVII веке, является Закон всемирного притяжения (ВП), который был открыт Исааком Ньютоном в 1666 году. Он гласит: «*Сила гравитационного притяжения двух материальных точек прямо пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними*»:

$$F = G \cdot \frac{m_1 \cdot m_2}{R^2}$$

где G— гравитационная постоянная, равная $6{,}67384(80) \cdot 10^{-11}$ м³/(кг с²).

Согласно этому закону все тела притягиваются друг к другу. Такое притяжение получило ничего не проясняющее название гравитация (от лат. gravis – тяжелый).

Несколько отклоняясь от основной идеи нашей работы следует сказать, что в формулировке этого закона мы использовали термин «притяжение», тогда как в современных учебниках, справочниках, энциклопедических словарях и энциклопедиях используется термин «тяготение». Поскольку этот закон был сформулирован И.Ньютоном на английском языке (Every point mass in the

universe attracts every other point mass with a force that is directly proportional to the product of their masses and inversely proportional to the square of the distance between them), обсуждаемый термин был представлен словом «gravitation». При определении (разъяснении) этого термина Ньютон использовал слово «attract», что в переводе означает *притягивать* [10, 161]. Однако в наших словарях встречается и более расширенное понимание этого термина. Так, в англо-русском политехническом словаре [1] это слово переводится не только как *притяжение,* но и как *гравитация, сила тяжести и тяготение*. При этом из двух русских слов *притяжение и тяготение* на первом месте стоит *притяжение*, как более близкое по смыслу к слову gravitation.

А теперь о смысловом значении этих близких терминов. Притяжение означает притягивать что-то к чему-то - напр. Земли, Солнца (по Толковому словарю Владимира Даля [12, 455], а тяготение имеет в основе слово тянуть, тащить куда-то, т.е. не имеет направления этого движения (Ibid.), носит скалярный характер. Тяготение может характеризовать движение не только в одну сторону, но и в разные стороны, а также напряжение, движение внутри самого тела. В случае с рассматриваемым гравитационным взаимодействием тел, тела тянутся, притягиваются друг к другу. Таким образом, из двух рассмотренных терминов термин *тяготение* является более общим (тело тянуться может куда угодно), а термин *притяжение* более узким, но и более точным, характеризующим направленное движение тел друг к другу. Отсюда следует логический вывод: в формулировке закона гравитации Ньютона следует использовать термин «притяжение», как более правильный. Этот вывод должен быть принят во внимание и в новых изданиях школьных и вузовских учебников, а также справочниках, энциклопедических словарях и энциклопедиях при изложении этого закона Ньютона и, тем более, при его формулировке следует использовать термин «притяжение», а не «тяготение».

Со временем распространилось мнение, что закон всемирного притяжения позволяет объяснить и предсказать движения небесных тел, в связи с чем он стал рассматриваться как фундаментальный.

За прошедшие три столетия закон всемирного притяжения, несмотря на появляющуюся время от времени его критику, дошел до нас почти в неизменном архаическом виде со всем его несовершенством. Вот только основные недочеты формулировки этого закона.

Прежде всего, обращает внимание несоответствие названия закона его формулировке: в названии говорится о законе всемирного притяжения, а в формулировке – только об одном виде взаимодействия - гравитационном, пренебрегая существованием других видов взаимодействия – электрического и магнитного. Для того, чтобы говорить о всемирном притяжении, он должен был включить в него магнитное и электрическое (в т.ч. электромагнитное) притяжение. Без включения этих двух видов притяжения, Ньютон должен был назвать открытый им закон законом ***гравитационного*** притяжения. Не сделав этого, Ньютон совершил большую ошибку, которая не исправлена до сих пор. К сожалению никто ни в его время, ни в последующие три столетия не указал на неё.

Другая его ошибка состояла в том, что он, по умолчанию, ограничился рассмотрением взаимодействия только ***твердых тел,*** хотя закон гравитационного притяжения справедлив и для тел (материи) находящихся в других агрегатных состояниях – газообразном, плазменном и жидком. Хотя эта ошибка ему и простительна (уровень знаний о Природе тогда был очень низок), но сегодня это не допустимо.

Уже из сказанного ясно, что закон всемирного гравитационного притяжения, строго говоря, применим только для нашей Солнечной системы и Нашей галактики. Что касается других галактик и их скоплений, то мы можем лишь предположить, что там тоже действует этот закон. Но это ещё надо доказать. Поэтому закон всемирного гравитационного притяжения, понимая под всемирным, действующим во всей известной нам Вселенной, т.е. Метагалактике, таковым пока не является. В лучшем случае его можно называть Галактическим законом гравитационного притяжения тел.

К этому следует добавить, что, к сожалению, Ньютон не знал, что все законы Природы действуют в строго определенных условиях: если хотя бы одно из условий (факторов) не выполняется, закон действовать («работать») не будет. Сегодня уже доказано, что законы классической физики не работают в микромире, в котором действуют законы квантовой механики. В учебном пособии А.И. Ансельм [2, 139] «Основы статистической физики и термодинамики» это подтверждается примечательной фразой: «Развитие физики в XX веке научило нас понимать, что даже самые фундаментальные её законы (например, классической механики и электромагнитного

поля) имеют границы своего применения». Есть такие ограничения и для закона всемирного гравитационного притяжения:

- два тела не будут притягиваться друг к другу, если они имеют одинаковую массу: каждое из них будет тянуть (притягивать) к себе другое с одинаковой силой, в результате чего эти тела останутся неподвижными.

- этот закон не будет действовать, если тела находятся на расстоянии, на котором ни одно из них не достигает другое своим гравитационным влиянием, в результате чего притяжения тел происходить не будет.

- этот закон не будет действовать, если расстояние между телами равно нулю, т.е. когда они касаются друг друга.

Искажение этого закона произойдёт и в случае разности дальнодействия гравитационных влияний тел, т.е. когда одно тело *А* достигает другое *Б* своим гравитационным влиянием, а тело *Б* таким влиянием на другое обладать не будет. Этот закон будет искажен также при наличии постороннего гравитационного воздействия на одно или оба эти тела.

Особого внимания заслуживает вопрос о гравитационной постоянный (ГП), входящей в формулу этого закона. ГП определяют, измеряя все остальные величины, входящие в закон всемирного притяжения, для какого-либо конкретного случая. Значение ГП было определено в эксперименте Кавендиша с торсионными весами, проведенном в 1798 г.

Однако, прежде чем, перейти к описанию этого эксперимента, следует разъяснить нашу позицию в отношении терминов «масса» и «вес тела». Масса тела, как её понимал Ньютон, это неизменное, не зависящее ни от каких обстоятельств количество вещества. Не имея других идей, он оценивал её в килограммах, как вес. Сегодня под массой тела следует понимать не просто количество вещества, а количество атомов этого вещества. А вес тела, значение которого изменяется в зависимости от места и обстоятельств его взвешивания, измеряется силой гравитационного притяжения тела, которое оказывает на него своё влияние.

Установка, на которой проводился эксперимент, схематически изображена на прилагаемом рисунке. Легкое коромысло, на концах которого закреплены два одинаковых шара массы *m,* повешено на длинной и тонкой нити. Коромысло снабжено зеркальцем, которое позволяет оптическим способом измерять малые повороты коромысла вокруг вертикальной оси. К шарам *m* с разных сторон могут быть приближены два шара значительно большей массы *M*.

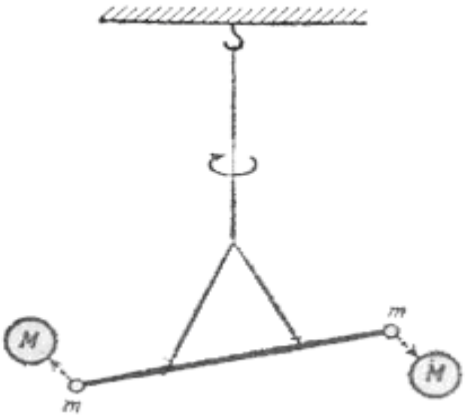


Рис. Схема крутильных весов для измерения гравитационной постоянной.

Силы притяжения малых шаров m к большим *M* создают пару сил, вращающую коромысло по часовой стрелке (если смотреть сверху). Измерив угол, на который поворачивается коромысло при приближении к шарам *m* шаров *M*, и зная упругие свойства нити, на которой подвешено коромысло, можно определить момент пары сил, с которыми притягиваются массы m к массам *M* и используя приведенную выше формулу можно вычислить ГП.

К сожалению, этот опыт вычисления ГП проведен с грубыми ошибками. Так, автор не учел, что подвешиванием малых шаров силу земного притяжения он устранил не полностью. Подвеска не дала шарам *m* упасть на Землю, она лишь ослабила силу притяжение Земли, но не ликвидировала её, о чём свидетельствует натянутость нитей, на которых они висят. Это обстоятельство уже искажает результаты опыта. Не учтено и то, что большие шары *M* посредством стола, на котором они расположены, по сути, касаются Земли и представляют её часть, т.е. «вырост» Земли, что ещё

больше искажает результаты измерений ГП. В целом же автор повторил глобальную ошибку Ньютона, который при формулировании закон всемирного притяжения не учел наличие внешнего гравитационного поля Земли, влияющего на взаимодействующие тела.

Если этот опыт будет проведен на другом космическом объекте (например, Луне или Юпитере), то его результат – вычисление ГП будет совсем другой. А т.к. на основе этого ошибочного опыта произведено вычисление веса Земли, то её вес определена неверно. Отсюда следует, что цель этого опыта - определение ГП, которая используется в качестве константы, достигнута не была! А сама ГП вычислена неверно!

Для более правильного вычисления ГП в этом опыте надо подвешивать не только малые, но и большие шары. Кроме того, для чистоты опыта надо было использовать разное соотношение масс малых и больших шаров, к тому же сделанных из разных материалов.

Кроме того, при вычислении ГП была допущена и другая ошибка. Экспериментатор не учёл, что движение малых шаров (а именно они движутся к большим) происходит не в вакууме, а в довольно плотной воздушной среде, да ещё на «дне» воздушного океана, в котором наши шары испытывают давление столба воздуха. Кроме того, для вычисление ГП надо было ещё учесть значения влажности и температуры воздуха, а также наличие в помещении электромагнитных полей. Без учета этих факторов результаты этого важного для физики (и естествознания в целом) опыт годится лишь для школьного кабинета физики.

Убедительные доказательства того, что гравитационное влияние, исходящее из какого-то космического тела, имеет отнюдь не бесконечное распространение (впрочем, как и другие источники излучений) были получены при запуске человека в космос. Впервые запуск пилотируемого спутника был осуществлен 12 апреля 1961: на советском космическом корабле-спутнике «Восток» лётчик-космонавт Ю.А. Гагарин совершил полёт вокруг Земли по орбите с высотой апогея 327 км. Этот и последующие запуски человека в космос выявили, что космонавты, как в самом космическом корабле, так и при выходе в открытый космос находятся в состоянии невесомости. А это значит, что земное притяжение на них не действует, т.е. при удалении от Земли сила гравитации уменьшается практически до нуля или близких к нему величин, что означает, что тело фактически теряет свой вес. Хотя эта потеря веса неполная, т.к. на тело действует ещё гравитационная сила Солнца. Но если тело удалится за пределы Солнечной системы, за пределы досягаемости её гравитационного влияния, то потеря его веса будет ещё больше, но не достигнет 100% из-за гравитационного влияния ядра Нашей галактики. И только на достаточно большом удалении от Нашей галактики, где не будет сказываться её гравитационное влияние и где не будет таких же влияний других космических тел, физическое тело практически не будет иметь веса.

Несмотря на очевидность высказанного положения о том, что сила гравитационного влияния тела убывает с увеличением расстояния от него, некоторые физики придумывают разные уловки и причины лишь бы с ним не согласиться. Отрицая это положение, они не замечают (и упорно отказываются признавать) что это положение полностью соответствует формуле закона всемирного притяжения. Так, объясняя, почему космонавты на орбите Земли, находящейся на расстоянии нескольких сот километров от её поверхности, обретают невесомость (что означает потерю телом массы и веса), эти физики заявляют, что невесомость у них возникает от того, что сила притяжения к Земле компенсируется большой скоростью (при этом они говорят не о скорости, а об ускорении, которого там практически нет) вращения космического корабля с космонавтами вокруг Земли. Однако это объяснение не выдерживает никакой критики. Прежде всего, потому, что центробежная сила невесомости тела, т.е. потерю у него веса не вызывает и вызывать не может. Главным возражением против такого объяснения является то, что уже само по себе существование невесомости тела при нахождении его на околоземной орбите свидетельствует о том, что потеря веса тела не только возможна, но и является неоспоримым фактом. Тщетная попытка отрицать потерю телом веса с помощью компенсации (на деле равновесия) центробежной и центростремительной сил, демонстрирует лишь отказ от признания очевидного факта. За которым следует вывод, заставляющий пересматривать устоявшиеся положения классической физики и переписывать многие главы учебников физики для средних и высших учебных заведений. Во всех странах мира.

Из выше приведенных рассуждений следует очень важный для физики логический вывод: ***вес тела есть всего лишь результат взаимодействия сил притяжения двух или более тел*** (физических объектов). А это значит, что у физического тела, находящегося в так называемом «пустом» космическом пространстве в котором нет других космических тел, оказывающих на него

гравитационное влияние, может быть лишь ничтожный постоянный вес, обусловленный гравитационным влиянием на него самого космического пространства. За пределами Земли, но в пределах Солнечной системы у тела имеется лишь небольшая вес, обусловленный гравитационным влиянием ядра Нашей галактики, а также Солнца и других планет Солнечной системы. За пределами Нашей галактики у тела может быть лишь ничтожный вес, обусловленный гравитационным влиянием материи космического пространства. Вес тела увеличивается, когда оно попадает под гравитационное влияние какого-нибудь космического тела (или группы тел) – галактики или их скоплений, звезды, квазара, газового скопления или туманности.

Таким образом, значение притяжения тел как для науки, так и для производства состоит в том, что ***именно гравитация определяет вес тела.*** Отсюда следует непреложный вывод: в условиях космоса вес тела не является постоянным его свойством. ***Он появляется лишь тогда, когда на исследуемое тело действует другое тело (или несколько тел).***

К сказанному следует добавить, что величина веса тела определяется величиной гравитационного влияния другого тела (или других тел), зависящей от его (их) веса и плотности его вещества. **И чем больше вес тела, притягивающий другое тело, тем больше вес этого притягиваемого тела.** Так, при высадке человека на Луну было подтверждено, что его вес на Луне в 6 раз меньше, чем на Земле, поэтому передвигаться ему по Луне было значительно легче, чем по Земле.

Отсюда следует, что при определенных условиях вес у тела может появляться и исчезать, а также изменяться в зависимости от величины веса противостоящего тела. Другой вывод, который следует из этого, состоит в том, что даже такое относительно большое и имеющее большой вес тело, как Земля, обладает ограниченной дальностью гравитационного влияния на тела находящиеся за пределами её пределами – уже на дальних околоземных орбитах её влияние стремится к нулю.

Изложенное понимание веса тела позволяет по-новому взглянуть на её природу (т.е. её суть) и критически отнестись к представлению о каких-то особых частицах, ответственных за гравитацию, типа гравитонов и гравитинов, которые сторонники этой фантазии тщетно пытаются найти [11], а также неких элементарных частиц, обеспечивающих гравитационную стабилизирующую субстанцию (gravitational stabilized substance) [17, 1017]. Ещё одним кандидатом на переносчик притяжения является пресловутый бозон Хиггса с предполагаемой массой 125 ГэВ, причастность которого к гравитации в основном продвигают западные учёные. Однако, исследования на Большом адронном коллайдере Европейского центра ядерных исследований (ЦЕРН, Швейцария), несмотря на заявление группы физиков этого центра о том, что они нашли этот бозон, пока подтвердить не удалось [7,13,16]. Более того, есть предположение, что на БАК открыли новую элементарную частицу, которую всеми силами пытаются выдать за бозон Хиггса. Но даже если их утверждение является правдой и они действительно зарегистрировали этот бозон, не была решена главная задача работ на коллайдере – представить доказательства того, что функцией этого бозона является перенос массы тел!

Сегодня пока достоверно неизвестно, что является источником гравитационного поля материи вообще и тела, в частности. Однако, исходя из здравого смысла и имеющихся на сегодня знаний о структуре атома, можно утверждать, что источник этого поля как-то связан с атомами вещества, из которого состоит тело, ими самими или их субъядерными частицами. Скорее всего, его источником являются структуры атомного ядра - нуклоны. Бóльшего пока сказать нельзя.

Наконец, ещё одно существенное замечание по поводу классической формулировки обсуждаемого закона. Существующая в настоящее время его формулировка нарушает принцип бинарности и симметрии в Природе: горячее – холодное, плюс - минус, сила - слабость и т.д., а в мире элементарных частиц наличие противоположных элементов: частица – античастица (например, электрон-позитрон, протон-антипротон), материя-антиматерия и т.д. Сегодня этот закон нуждается в приведении его к современному уровню знаний о Природе. В соответствии с ним всемирное притяжение является лишь ***частью общего всемирного двустороннего физического явления*** «притяжения – отталкивания», в котором бинарное явление «гравитация – антигравитация» представляет лишь часть глобального явления Природы. Рассматривая одну сторону этого явления, нельзя пренебрегать другой – противоположной. Этого требует логика науки. Такая точка зрения уже находит отражение в научной печати [4; 6; 15; 17,1017].

Отталкивание, как и притяжение, в Природе существует на двух уровнях – дистанционном (дальним) и ближнем. Самым главным примером глобального дистанционного отталкивания

является космическое расширение Вселенной, открытое в 1929 г. Эдвином Хабблом. Благодаря расширению, происходящему в результате взаимного отталкивания частиц материи, существуют не только галактики и отдельные физические тела – звёзды, квазары, планеты, газовые скопления, кометы, но и само расширяющееся пространство - весь мегамир под названием Метагалактика.

Ещё в 1965 г. Э.Б. Глинер [5] высказал предположение, что исходной физической причиной космологического расширения является анти-тяготение космического вакуума, представляющего некоторую особую, неизвестную сплошную среду, равномерно заполняющую весь мир и присутствующую везде в Метагалактике. Позднее это анти-тяготение обнаружили A.G. Riess с сотруд. [19], а также S. Perlmutter с сотруд. [18]. По мнению этих авторов, только анти-тяготение способно заставить галактики разбегаться с ускорением. Близкую к ним точку зрения высказывают российские авторы, которые считают, что вакуум создаёт всемирное анти-тяготение, управляющее динамикой космологического расширения в современную эпоху [3, 86].

Отталкивание широко представлено в мире твердых и газообразных тел, что приводит к корпускулярным и разного вида электромагнитным излучениям (радиоволны, терагерцовое излучение, инфракрасное излучение, видимый свет, ультрафиолетовое излучение, рентгеновское излучение и жёсткое (гамма-излучение). Радиоактивные элементы постоянно отталкивают (выбрасывают) свои частицы – альфа, бэтта и гамма. Постоянно сталкивающиеся элементарные частицы создают основу существования всего микромира, на котором зиждется видимая нам материя.

Распространенным примером ближнего отталкивания тел в Природе является противодействие двух тел слиянию в одно. Для того, чтобы два куска твердого тела при комнатной температуре слились в один, надо преодолеть значительные силы молекулярного и атомного отталкивания. Чем ниже температура тел, тем больше сила этого отталкивания, и наоборот.

Общепризнанным, по крайней мере для условий Земли, является тот факт, что отталкивание происходит и между одноименно заряженными электрическими зарядами, а также телами, которые несут на себе эти одноименные электрические заряды.

Менее распространенным видом отталкивания в Природе является отталкивание магнитных тел, когда одноименные полюса магнитов отталкиваются друг от друга, не давая этим телам сблизиться. Такое отталкивание бывает природным (постоянный магнит) и искусственным (переменный магнит - электромагнит). Для того, чтобы сблизить одноименные полюса этих магнитов, надо преодолеть сопротивление сил отталкивания.

Силы притяжения и отталкивания существуют не только на мега-, макро-, но и на микроуровне. Так, например, пространственная решетка, которую образуют атомы в кристаллах металла, и отдельные кристаллики металла удерживается молекулярными силами, обладающими свойством, как притяжения, так и отталкивания. Без этого, силы, действующие на каждый из атомов, не могли бы компенсировать друг друга, и атом не мог бы находится в равновесии [14]. В случае ионной решетки, при сжатии кристалла расстояние между соседними ионами уменьшается, силы отталкивания становятся больше сил притяжения, в результате чего появляется суммарная сила отталкивания, противодействующая внешней силе, сжимающей кристалл. Чем больше выведены ионы из положения равновесия, т.е. чем больше деформация, тем значительнее сила отталкивания» (Т.1, С. 358).

Все 4 известные современной физике виды взаимодействий - гравитационное, электромагнитное, сильное и слабое представляют собой разные проявления сил притяжения. И всем этим силам притяжения соответствуют силы отталкивания. Так, силы притяжения и отталкивания существуют в ядре атомов – электростатические силы отталкивания между протонами и ядерные силы притяжения между нуклонами. Только взаимодействие этих противоположных сил обеспечивает как существование элементарных частиц, атомов и молекул, являющимися составными частями физических тел, так и их развитие – эволюцию и диссолюцию материи.

К этому следует добавить, что квантовая механика предсказывает, что на расстояниях порядка нанометра между телами наблюдается сила притяжения. Это т.н. эффект Казимира, подтвержденный экспериментально, при котором при определенных условиях притяжение может смениться отталкиванием, что представляет обобщенный эффект Казимира, или эффект Казимира–Лифшица. Группе американских ученых впервые удалось измерить силу такого отталкивания на относительно больших (по меркам наномира) расстояниях [14, 215].

Ещё одним видом отталкивание является действие постоянного излучения - самопроизвольного испускания частиц или гамма-квантов, происходящего вследствие превращения неустойчивых атомных ядер в ядра других элементов. Как известно, существует 4 типа такого испускания: альфа-распад, бета-распад, спонтанное деление атомных ядер и протонная радиоактивность. Другим примером излучения, сопровождаемое выбросом частичек вещества, является излучение квантов света горячими газовыми космическими объектами (в т.ч. Солнцем).

Всемирное значение отталкивания в Природе состоит и в том, что любое вещество в периодической системе элементов Д.И. Менделеева при определенных условиях имеет способность распадаться, в результате чего из сложного вещества с высоким атомным весом, получаются наипростейшие вещества вплоть до водорода. Распад вещества (в т.ч. физических тел) постоянно происходит на нашей планете, а также на Солнце, и, по-видимому, во всей Вселенной. Этот распад материи, вызванный отталкиванием материальных частиц, приводит к постоянно идущему разрушению физических тел, что наблюдается как в мегамире – разрушение космических образований – галактик и их скоплений, квазаров, звезд и звездных систем, туманностей, а на Земле - горных пород, так и в микромире - разъединение молекул воды и разрушение самих молекул воды, разрушение твердого вещества, в результате чего оно диспергируется с превращением в пыль.

Явление отталкивания существует и в живых системах. В живой микробиальной клетке непрерывно и одновременно протекают два процесса - синтез, важнейшей частью которого является притяжение молекул, и распад молекул, в основе которого лежит отталкивание молекул, что в целом обеспечивает процесс обмена веществ — метаболизм и существование организма. Другими примерми отталкивания в живой Природе является апоптоз – постоянная программированная гибель клеток организма, запуск программы которого приводит к распаду клеточных белков [9,161] , некроз – необратимое прекращение жизненной активности клеток, тканей или органов в живом организме, вызванное влиянием болезнетворных микробов, а также запрограммированные старческие множественные дегенеративные процессы в организме, приводящие к его смерти. В основе этих процессов лежит всё увеличивающееся отталкивание (разобщение) молекулярных соединений в клетках соматической и нервной ткани.

Заключение. Из сказанного следует, что формулировка закона всемирного притяжения сегодня нуждается в поправке, уточнении. Старая формулировка касается только одной части двустороннего явления – притяжения, а новая должна учитывать и явление противоположное притяжению – явление отталкивания. В связи с этим сам закон должен называться «Законом всемирного притяжения-отталкивания» или, в более общей форме, «Законом динамического взаимодействия тел и их составляющих». В соответствии с новым названием закона, должно измениться и его содержание. Современная формулировка этого закона может звучать так:

Между материальными точками (телами, сконцентрированными физическими образованиями) при их сближении возникают силы динамического взаимодействия, способные при одних условиях притягивать другие тела, а при других - отталкивать. Силы притяжения и отталкивания в Природе стремятся к динамическому равновесию.

Новую формулировку «Всемирного закона притяжения-отталкивания» или, в более общей форме «Закона динамического взаимодействия тел и их составляющих», рекомендуется внести во все учебники физики, как школьных, так и для колледжей и вузов, а также во все справочники и энциклопедии по физике всех стран мира.

Библиографический список:

1. Англо-русский политехнический словарь. - ред. А.Е.Чернухина, 1994.
2. Ансельм, А.И. Основы статистической физики и термодинамики. СПб.: Издательство «Лань». – 2007. – 350 с.
3. Архангельская, И.В. / И.В. Архангельская, И.Л Розенталь, А.Д. Чернин // Космология и физический вакуум. М.: КомКнига, 2006. – С.121.
4. Ганницкий, А.И. О природе антигравитации в космологии и плотности космического вакуума // Вестник Тюменского государственного университета. – 2005, № 1. - С. 20-21.
5. Глинер, Э.Б. Журнал экспериментальной и теоретической физики. - 1965. - Т.49. - С.542.
6. Гуц, А.К. Антигравитация в классической и интуиционистской теориях гравитации // Вестник Омского университета. - 2012. - № 2 (64). - С. 83-87.

7. Дубинин М.Н., Новая частица – бозон Хиггса? / М.Н. Дубинин, В.И. Саврин // Земля и Вселенная. - 2013.- № 2.- С. 21-32.

8. Курс физики. Учебник для вузов: В 2 т. / Под ред. В.Н. Лозовского. - СПб.: "Лань", 2000. – Т.1. - 253 с.

9. Лушников, Е. Ф. Гибель клетки (апоптоз). – М.: Медицина. – 2001. - 192 с.

10. Новый большой англо-русский словарь. Под общим руководством акад. Ю.Д. Апресяна и проф. Э.М. Медниковой. - М.: Русский язык, 2003.

11. Смирнов, А.И. Реликтовые гравитоны в горячей вселенной // Известия высших учебных заведений //Физика. - 2008. - Т. 51, № 11. - С. 101-102.

12. Толковый словарь Владимира Даля. СПб – Москва, 1882.

13. Ученые засомневались в том, что они нашли именно «частицу бога» Открытые системы. СУБД . – 2014, № 10. - С. IIIa.

14. Фриш С.Э., Курс общей физики. Учебник / С.Э. Фриш, А.В. Тиморева - Санкт-Петербург: Лань, 2006. - Т.1. - С.343.

15. Чернин, А. Д. Космический вакуум // Успехи физических наук. – 2001, Т. 171.- С. 1153-1175.

16. Gorbar, E.V., Higgs boson: anticipation, search, and discovery / E.V. Gorbar, V.P. Gusynin // Вісник Національної академії наук України. - 2014. - № 3. - С. 31-41.

17. Kanibolotsky, V. A nature of gravitation and the problem of the laboratory gravitational waves generation // In: AIP Conference Proceedings Space. Propul. Energy Sci. Laurel, MD. - 2010 p.

18. Perlmutter, S. Measurements of Ω and Λ from 42 High-Redshift Supernovae / S. Perlmutter, G. Aldering, G. Goldhaber // Astroph. J. 1999. - Vol. 517, № 2. - P. 565–586.

19. Riess, A. G. Observational Evidence from Supernovae for an Accelerating Universe and a Cosmological Constant / Riess A. G., Filippenko A. V., Challis P. // Astron. J. 1988. - Vol. 116, № 3. - P.1009.

Абилов Рашад Саффан оглы
докторант, научной сотрудник, лаборатория «Источники альтернативные энергии и малые электрические станции», Азербайджанский Научно-Исследовательский и Проектно-Изыскательный Институт Энергетике, Баку, Азербайджан

Abilov Rashad Saffan oglu
Doctoral student, researcher, laboratory of "alternative energy sources and small power stations" Azerbaijan Scientific-Research and Design Institute of Surveying Energy, Baku, Azerbaijan

УДК 626.627.1

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

INVESTIGATION OF THE SCREW MOVEMENT OF FLOW IN THE WASHING PIPES AT THE WATER DISCHARGE FROM THE MOUNTAIN AND PEDIGORD RIVERS OF AZERBAIJAN

Аннотации: В статье рассматривается характер много летных изменений водных ресурсов реки Азербайджанский республике. В ходе исследование уточнено наиболее крупным воды потребителем в республике является сельское хозяйственное производства. Установлено, что в течение последних четырех десятилетий наблюдается уменьшение водные реки. В общем балансе ресурсов речных вод транзитных рек превышает. Самой большой реки является р. Кура. Второй крупный рекой является Аракс, длина ее 1072км. Следующий крупный рекой, формирущийся за пределами Азербайджана, является р.Самур которая является между Дагестана и Азербайджана. Результаты анализа уточнены экологических попусков свидетельствует об их достаточности для поддержания экосистемы устьевой области реки в приемлемом состояния.

Annotations: The nature of many-year changes in the water resources of the Azerbaijani Republic is considered in the article. In the course of the study is clarified the largest water consumer in the country is agricultural production. It has been established that during the last four decades water rivers have been decreasing. In the total balance of river water resources of transit rivers exceeds. The largest river is the river. Kura. The second major river is the Araks, its length is 1072 km. The next major river, formed outside of Azerbaijan, is the Samur River, which is between Dagestan and Azerbaijan. The results of the analysis of refined environmental releases indicate their sufficiency to maintain the estuary ecosystem of the river in an acceptable state.

Ключевые слова: трансграничный реки, расход воды, многолетние колебание стока, ледниковые сток, фильтрационный потери.

Key words: transboundary rivers, water consumption, perennial flow fluctuations, glacier runoff, filtration losses.

Общие запасы воды на земном шаре достигает астрономической цифры – 1,5 млрд. км^3 или около 500 млн.м^3 в год на каждого жители земли [1;2].

Однако пресной воды на нашей планете мало. Подсчитано, что на земле 97,2% воды на соленой и лишь 0,65% пресной. Вода становится одним из наиболее ценных природных ресурсов, а проблема чистой воды одним из самых актуальных проблем современности [1].

С развитием сельского хозяйства, промышленности и ростом численности население в Азербайджане интенсивно увеличивается потребность в пресной воде.

Наиболее крупным воды потребителем в республике является сельское хозяйственное производство. В настоящее время в Азербайджана орошается 1,45 млн.га земель. В резултате проведения водохозяйственных мероприятий по вводу новых площадей и улучшения воды обеспеченности орошаемых земель площадь орошение 2020 году достигает 1,6 млн.га. Однако объем возможных к использование водных ресурсов Азербайджана при естественном режиме рек не дает возможность дальнейшего увеличения орошаемых площадей.

Известно, что Азербайджан расположен в умеренном поясе Северного полушария. На его территория наблюдается различные типы климатов – от Северного субтропического до холодного. Республику называют “Солнечным Азербайджаном”, на ее территории наблюдается от 170 до 220 солнечный дней. Самый теплый климат наблюдается в Куре - Араксинском низменности и на юге

Апшеронского полуострова. В июле - августе средняя температура в этих местах бывает выше +27^0. Средногодовая температура в этих местах бывает +14^0.Зимой в горах температура доходит до -30^0.Самое большое количество осадков (свыше1700 мм в год) выпадает у Талышских гор и южной части Ленкораньском низменности. Наименьшее количества осадков (менее 200мм в год) выпадает в теплую половину года. Поэтому низменные зона Азербайджана нуждаются в искусственном орошение. В целом водный баланс характеризуется **таблицы 1.1.** Все реки Азербайджанской Республике принадлежит к бассейну Каспийского моря и делится на три группы: реки бассейны р. Куры, реки бассейна р.Аракс и реки непосредственно впадающие в Каспийского море. На территории Азербайджана имеется 8350 рек. Подавляющее большинство их (7860) относится к числу малых рек (с длиной менее 10 км). В зависимости от условий питания различаются реки с постоянном и периодическим стоком. К рекам с постоянном стоком относится Кура, Аракс, Кусарчай, Самур, Кудиалчай, Тертер Акстафачай и др. имеют периодический сток.

Водный баланс Азербайджана

Таблица 1.1

	По бассейна км^2	Осадки	Сток	Испарение
Большой Кавказ	40603	16220	5459	10761
Малый Кавказ	37749	15969	3621	12348
Талыш	8248	4776	1229	3547
Азерб. Респуб.	86600	39965	10309	26656

В общем балансе ресурсов речных вод сток транзитных рек превышает 65%.Самой большой рекой является р. Кура, к площади ее бассейна относятся 2/3 территории Азербайджана . Из 1515 км общей длины р. Кура на протяжение 900км протекает по Азербайджану и является единственной судоходной рекой республике.

Второй крупной рекой является Аракс, длина ее 1072 км. По мутности воды р. Аракс сравнима с самыми мутными реками мира – Хуанха и Амударья. Наиболее крупные реками Малого Кавказа является Арпачай, Нахчиванчай, Базарчай, Акеричай, Шамхорчай, Гянджячай, Тертер. Тертер является самой многоводный рекой. Его длина 200км. Левая притока р. Куры стекающий с нижных склонов Главного Кавказского хребта, более полноводны. Наиболее крупные из них Гырдыманчай, Геокчай, Турянчай Кудялчай, Алинджачай и Ахсучай.

С северо – восточное Большого Кавказа стекают горные река Самур, Кусарчай, Кудиалчай, Сумгаитчай и др. которые непосредственно впадает в Каспийское море. Сведение с некоторые реках Азербайджана по данным Рустамова С.Т. и Кашкай М.И приведены в **таблице 1.2**. Бытовой среднгодовой расход р. Куры у г. Сальяны составляет 504м^3 /с и р. Аракс у г. Саатлы 180м^3/с от общего ее объема. Сток речной вод формируется в пределах Азербайджана или для р. Куры до впадение р. Аракс по правому притоку (Шамхорчай, Гянджачай, Тюрканчай, Джейранчель) составляет 71,9 м^3 /с а по второму притоку (Мазымчай, Ахинджанчай, Аджинохур) составляет 121 м^3/с. Таким образом, местный сток р.Куры до впадение в р.Аракс составляет 193м^3/с [3].

Таблица 1.2

Реки	Площадь водосброса км^2	Средной уклон реки %	Средногодовые расходы , м^3/с	Длина, км
1	2	3	4	15
Турянчай	1840	20,5	17,3	180
Геокчай	1770	17,2	14,0	115
Акстафа	2586	21,0	10,7	133
Кюракчай	2080	24,5	4,15	126
Тертерчай	2150	15,5	22,9	200
Хачинчай	657	17,5	4,02	119
Каркарчай	1490	18,1	3,95	115
Арпачай	2630	16,7	-	126

Акерачай	5540	21,9	-	128
Кусарчай	694	33,7	4,76	113
Кудиалчай	3000	28,0	7,8	108
Вилящ	935	16,6	5,57	116
Гянджачай	2442	-	1,67	-
Шамхорчай	922	-	8,58	-
Самур	4430	16,8	75	216

Местный сток р.Аракс, формирующийся в пределах Азербайджана составляет 45м^3/с, около 16% годового объема стока реки. Суммарный местный сток р. Куры, формирующийся в пределах Азербайджана составляет 238м^3/с, из общих ресурсов речных вод бассейна р. Куры (908м^3/с) за пределами Азербайджана формируется 670м^3/с.

Следующий крупный рекой, формирующийся за пределами Азербайджана, является р. Самур, которая является границей между Дагестана и Азербайджана. Средне многолетний годовой расход реки у Самур-Апшеронского гидроузла составляет 75м^3/с или 2,362 км^3, в том числе местной сток 27м^3/с. Распределение среднегодового объема стока, формирующийся в пределах Азербайджана приведено в **таблице 1.3,** а ресурсы речных вод поступаюших в Азербайджан из сопрдельных районов. В **таблице 1.4** показывает, что суммарные ресурсы речных вод составляет 32276 млн.м^3/с,1024м^3/с в том числе ресурсы речных вод притоков 21967млн м^3. По объему собственных водных ресурсов в расчете на душу населения и на единицу площади Азербайджан занимает одной из последних мест.

Республика Азербайджан относится к числу стран с ограниченными водными ресурсами. Поверхностные водными ресурсы Азербайджана составлен 32 млрд.м^3 а в засушлывые годы их обьем уменщается до 23 млрд. м^3. К тому же почти 70% ее водных ресурсов (всего 30,9км^3) приходится на долю трансграничных рек, к числу которых относится р.Самур. Сток ее на 96,4% формируется на территории Дагестана [1,2].

Воды этой реки представляет собой один из основных источников водоснабжения городов Баку и Сумгаит. Река Самур является пограничной между Российской Федерацией и Республикой Азербайджан. Она впадает в Каспийское море, ее длина составляет 213км, площадь водосбора 3900 км^2. Самур по сути, является внутренный рекой Дагестана и лишь на небольшом участке (38км) протекает по границе Азербайджаном. В 1957 г. на реке был сооружен Самурский гидроузел, из которого берут начало два канала. Воды Самур-Апшеронского канала используется для орошения и водоснабжения в Азербайджане, а по Самур-Дербентского каналу вода подается в южное районы Дагестана. Самур-Апшеронский представляет собой самый длинной (182км) магистральный канал Азербайджана. 7 октября 1967г. По сентябр 2010 года между РСФСР и Азербайджаном был подписан Протокол о совместном использование и охране водных ресурсов р.Самур. Согласно этому протоколу, водные ресурсы реки 75%-ной обеспеченности (1749,0 млн м^3) распределялись следующим образом: Азербайджан ежегодно мог забирать 889,1млн м^3 (49,6%), Дагестан 300 млн м^3 (33,4%) и экологический сброс. Азербайджанская сторона ежегодна исползовала свою долю почти в полном обьеме. В Дагестане до 1998г. Водозаборы не превышали 100 млн м^3, но начиная с указанного года, они составляют более 200 млн м^3 в год[1,2,3].

В 1980-е г.Ф.А.Иманов, анализируя данные о минимальных расходах воды р. Самур в створе Усухчай выявил что за 1969-1980г. По сравнению с 1950- 1968г. Произошло уменьшение минимального летние-осенного стока на 6,80м^3 или 18%[1].

Результаты оценки изменения годового и месячного стоков р. Самур в створе Усухчай. Из нее также следует, что за второй рассмотренных период (1969-2006г.) по сравнению с первым (1950-1968г.) произошла уменьшение как годового, так и месячного стока. Годовой сток уменьшился на 21,8% (16,5м^3/с). Максимальное уменьшение месячного стока имеет место в июле, августе и сентябре.

По данным 2000 г.доля ледниковых вод в формировании годового стока рек Самур и Кусарчай составляет 2,9% (0,019 км^3) и 0,9 % (0,004км^3) соответственно. Величина ледникового стока, образовавшегося в результате потепления климата, одинакова для обоих рек 0,001км^3. Это

означает, что в условиях потепления ледниковых сток р. Кусарчай увеличился на 25,0%, а р. Самур всего на 5,3%.

Таким образом, данные исследования указывают на различие в характере изменения внутригодового распределения расходов воды рек Самур и Кусарчай. Наиболее вероятная причина снижения водности р. Самур уменьшение количества атмосферных осадков в бассейне.

Следует отметить, что ранее путем гидрометрической съемки изучены изменения стока реки по ее длине. Установлено, что фильтрация речных вод происходит не только в дельте, но и выше гидроузла. Фильтрационные потери речного стока зависят от расхода воды и выше гидроузла составляют 2,6% на километр длины. К числу возможных причин уменьшения стока могут быть отнесены также неучтенные водозаборы выше замыкающего створа и неточный учет стока в гидрометрических пунктах бассейна реки.

По литературным источником, для оценки экологического стока рек существует более двухсот методов[1]. Этот обзор не включает работы, выполненные в бывшем СССР и в странах СНГ. Наличие такого огромного количества методов говорит о субъективности подходов и их слабой научной основе. В таблице 1.2 приведены годовые и месячные значения методами. Величина экологического попуска ниже Самурского гидроузла, равная 559,9 млн^3 и согласованная в 1967г., является вполне достаточной для поддержания экосистемы устьев области реки. Учитывая тот факт, что за 1969-2006 г. годовой сток реки уменьшился на 21,8%, при надлежащем обосновании величину экологических попусков можно снизить.

Обеспечение значение годового стока и водных ресурсов р.Самур в пункте Усухчай.

Таблица 1.3

Обеспеченность %	Расход воды, м^3/с	Обьем стока, млн м^3
1	118,5	3732,7
2	110,0	3465,0
5	98,0	3087,0
10	88,5	2787,7
25	74,5	2346,7
50	62,5	1968,7
75	54,0	1701,0
90	48,0	1512,0
95	46,0	1449,0
99	44,1	1389,0

Значение экологических попусков в створе Самурского гидроузла, рассчитанные разными способами, млн м^3

Таблица 1.4

Методы	**Месяцы**												**Год**
	I	**II**	**III**	**I V**	**V**	**VI**	**VII**	**VIII**	**IX**	**X**	**XI**	**XII**	
Метод использование в Швейцарии	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55	9,55	114,60
Метод Q $_{95\%}$	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10	10	10,5	126
По схеме Самур(1983)	10,7	10,7	10,7	21,4	53,5	53,5	53,5	53,5	21,4	10	10,7	10,7	289
Метод Теннанта	7,83	7,83	7,83	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	78,8	520
Метод НИИ водных проблем Азербайджана	10,71	9,68	10,71	21,43	53,5	53,5	37,5	37,5	21,43	10,76	10,37	10,71	388

28 августа 2010 года было подписано Соглашение №1416Р о делимитации границы между России и Азербайджана переносилась с правого берега реки Самур на середину гидроузла и стороны договорились впредь производить деление водных ресурсов в равных долях и установить размер экологического сброса равным 30,5%.

Рис.1. Река Самур в Магеррамкендской районе.

Таким образом 96% площади водосбора приходится на территории России, а 4%-Азербайджана[4].

Библиографический список:

1. Иманов Ф.А.,Асадов М.Я. Оценка водных ресурсов и экологического состояние реки Самур (Восточной Кавказ) https://ru. Wikipediya/org
2. Рустамов С.Г.,Кашкай Р.М., Водные ресурсы Азербайджана ССР. Баку: Элм, 1989, 184 с.
3. Ахмедзаде А.Дж, Гейдар Алиев и Водные хозяйство Азербайджана Баку, Азернешр, 2002. 216 с.
4. Водные ресурсы России и их использование/ под ред.И.А. Шикломанова СПБ: Изд.Гос.Гидролгические Института, 2008. 600 с.

Оверченко Вероника Андреевна
Overchenko Veronika Andreevna
бакалавр; кафедра информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве;
Московский государственный строительный университет; г. Москва
E-mail: veronika.ov97@gmail.com

Лужнев Андрей Юрьевич
Luzhnev Andrey Yurevich
бакалавр; кафедра информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве;
Московский государственный строительный университет; г. Москва
E-mail: mrandym@gmail.com

Томаев Георгий Тимурович
Tomaev George Timurovich
бакалавр; кафедра информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве;
Московский государственный строительный университет; г. Москва
E-mail: tomaeff.geor@gmail.com

Родионов Игорь Андреевич
Rodionov Igor Andreevich
бакалавр; кафедра информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве;
Московский государственный строительный университет; г. Москва
E-mail: rodionovbim@gmail.com

УДК 721.021

ОРГАНИЗАЦИЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В РАМКАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ BIM ТЕХНОЛОГИЙ

ORGANIZATION OF INTERDISCIPLINARY INTERACTION WITHIN THE FRAMEWORK OF THE USE OF BIM TECHNOLOGIES

Аннотация. В данной статье рассматривается концепция организации междисциплинарного взаимодействия в рамках использования BIM технологий. В ходе исследования разработаны критерии сравнительного анализа методов передачи данных в программный комплекс Nevisworks. В конце статьи сделан вывод о том, как важно грамотно координировать работу различных специалистов в сфере BIM проектирования.

Abstract. This article discusses the concept of organizing interdisciplinary interaction within the framework of BIM technologies. In the course of the study, the criteria for comparative analysis of data transmission methods in the Nevisworks software complex were developed. At the end of the article, it was concluded that it is important to coordinate the work of various specialists in the sphere of BIM design competently.

Ключевые слова. BIM, информационная модель, междисциплинарное взаимодействие, сравнительный анализ

Keywords. BIM, information model, interdisciplinary interaction, comparative analysis

Введение

Очень сложно представить современное строительство без компьютерных технологий. Каждый этап проектирования связан с использованием программного обеспечения. Классический подход к созданию проекта – это использование CAD-систем, но сейчас уже ни для кого не секрет, что существует некая концепция информационного моделирования (BIM). Следует отметить, что BIM – это не просто новый метод проектирования, а принципиально иной подход к возведению, оснащению, обеспечению эксплуатации и ремонту здания, к управлению жизненным циклом объекта, включая его экономическую составляющую.

Технология BIM предполагает построение одной или нескольких точных виртуальных моделей здания в цифровом виде [1]. Важнейшая особенность данного подхода заключается в том, что объект проектируется фактически как единое целое, и изменение какого-либо параметра влечет за собой автоматическое изменение остальных связанных с ним параметров и объектов, вплоть до чертежей, визуализаций, спецификаций и календарного графика. Это позволяет осуществлять междисциплинарное взаимодействие, то есть координировать совместную работу архитекторов, конструкторов и инженеров, что в свою очередь уменьшает вероятность возникновения внутренних нестыковок в проекте. Каждый специалист видит изменения, внесенные в проект, и может сделать выводы об их влиянии на зону его контроля.

При этом подразумевается возможность создания некой сводной информационной модели для наиболее полного представления о проектируемом объекте. Такая модель собирается из нескольких моделей, созданных специалистами разных дисциплин или в разных программных комплексах, и, таким образом, воссоздается сам объект со всеми конструкциями, материалами, инженерным оснащением и протекающими в нем процессами. Использование моделей облегчает процесс проектирования на всех его этапах, обеспечивая более тщательные анализ и контроль. Будучи завершенными, эти компьютерные модели содержат точную геометрию конструкции и все необходимые данные для закупки материалов, изготовления конструкций и производства строительных работ. Часто при работе с BIM специалисты разных дисциплин пользуются теми программными комплексами, какие более удобны именно для их зоны контроля, что в итоге дает несколько информационных моделей, но созданных в разных программах и, соответственно, имеющие разный формат [2].

Для создания сводной информационной модели нередко используется программный комплекс Navisworks, разработанный компанией Autodesk, известной практически по всему миру. Navisworks позиционируется как программный комплекс, способный поддерживать импорт данных практически из любых программ, работающих на основе BIM технологий. Нельзя не согласиться, что такая позиция звучит весьма многообещающе, но все же не всегда есть возможность использования именно оригинального формата для передачи данных. Например, основной формат файлов программного комплекса ArchiCAD, который является разработкой компании Graphisoft, .pln/.pla не поддерживается для импорта в Navisworks. В таком случае возникает проблема выбора альтернативного формата для передачи данных.

Передача информационных моделей в Navisworks может осуществляться на основе двух подходов организации междисциплинарного взаимодействия: открытого и закрытого [3]. Открытый подход, так называемая концепция OpenBIM, основан на использовании общего стандарта IFC. Закрытый – на использовании оригинальных форматов программных комплексов, в которых изначально создаются информационные модели. Как уже было сказано выше, закрытый подход имеет недостаток – не каждый оригинальный формат поддерживается для импорта в программный комплекс Navisworks. Следовательно возникает необходимость поиска лучшей альтернативы.

В данной статье рассматривается возможность проведения сравнительного анализа форматов для передачи данных в Navisworks по некоторым критериям, а именно:

- Передача параметрических связей – важный критерий для сохранения целостности информации;
- Передача категории объектов модели – при создании сводной информационной модели важно понимать, какой объект, что собой представляет, нередко также возникает необходимость группировки объектов по категориям для их координации;
- Передача материалов – важный критерий для возможности создания спецификаций о сводной модели, а так же другой сметной документации;
- Передача свойств элементов – критерий, который обуславливается необходимостью передачи, например, физических свойств объекта для расчетов и проверок;
- Передача геометрии – сохранение форм и размеров объектов является неоспоримо важным моментом при создании сводной информационной модели;
- Передача текстур – визуальное соответствие информационной модели оригиналу существенно упрощает работу специалистов в области дизайна и архитектуры.

Эти критерии разработаны для того, чтобы помочь оценить, какой формат будет наиболее оптимальным для осуществления передачи данных в сводную информационную модель. Их применение можно рассмотреть на примере передачи данных из ArchiCAD в Navisworks. Как уже

было сказано выше, в Navisworks не поддерживается импорт файлов в оригинальном формате ArchiCAD, поэтому возникает необходимость поиска альтернативного формата, который поддерживается как для импорта в Navisworks, так и для экспорта из ArchiCAD. Одним из таких форматов является формат .skp. В рамках данной статьи был проведен сравнительный анализ передачи данных методом использования стандарта IFC с методом использования формата .skp.

По результатам (табл. 1) проведенного сравнительного анализа двух методов можно сделать вывод, что для передачи данных из ArchiCAD в Navisworks более оптимально использовать формат .ifc.

Табл. 1. Анализ методов передачи данных из ArchiCAD в Nevisworks

Кртиерии	Фрматы	
	.ifc	.skp
Передача параметрических связей	нет	нет
Передача категории объектов модели	да	нет
Передача материалов	да	нет
Передача свойств элементов	нет	нет
Передача геометрии	да	да
Передача текстур	нет	нет

Очевидно, что при создании сводной информационной модели основной целью является сохранение полноты передаваемых данных. Отсюда следует, что очень важно выбрать такой формат для их передачи, который сохранит максимальное количество информации. Список разработанных критериев не является окончательным, каждый специалист может выбрать те критерии, которые необходимы ему, в зависимости от цели, которую он преследует, создавая сводную информационную модель. Например, для поиска визуальных пересечений в сводной модели достаточно передать только данные о геометрии объектов.

Заключение

Применение BIM технологий значительно упрощает и делает более качественным процесс проектирования и экспертизы проекта. Но, при этом, стоит отметить, что важно грамотно работать с этим гибким инструментом для того, чтобы пользоваться всеми его возможностями. Работа специалистов в сфере BIM проектирования заключается не только в умении работать с соответствующими программными комплексами, но и в умении организовывать совместную работу архитекторов, проектировщиков, инженеров, а так же в умении координировать данные, получаемые от этих специалистов.

Библиографический список:

1. СП 331.1325800.2017 «Информационное моделирование в строительстве. Правила обмена между информационными моделями объектов и моделями, используемыми в программных комплексах»
2. Владимир Талапов, Основы BIM: введение в информационной моделирование зданий. М., ДМК Пресс, 2011, 392с.
3. Владимир Талапов, Что такое Open BIM? // Строительный эксперт, Февраль 2016

Оверченко Вероника Андреевна
Overchenko Veronika Andreevna
бакалавр; кафедра информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве;
Московский государственный строительный университет; г. Москва
E-mail: veronika.ov97@gmail.com

Лужнев Андрей Юрьевич
Luzhnev Andrey Yurevich
бакалавр; кафедра информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве;
Московский государственный строительный университет; г. Москва
E-mail: mrandym@gmail.com

Томаев Георгий Тимурович
Tomaev George Timurovich
бакалавр; кафедра информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве;
Московский государственный строительный университет; г. Москва
E-mail: tomaeff.geor@gmail.com

Родионов Игорь Андреевич
Rodionov Igor Andreevich
бакалавр; кафедра информационных систем, технологий и автоматизации в строительстве;
Московский государственный строительный университет; г. Москва
E-mail: rodionovbim@gmail.com

УДК 721.021

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ИЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ СЛУЖБАМ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОТДЕЛА

DEVELOPMENT OF THE DATA TRANSMISSION ALGORITHM FROM INFORMATION MODEL TO THE SERVICES OF THE PRODUCTION AND TECHNICAL DEPARTMENT

Аннотация: В данной статье рассматривается проблема передачи данных из информационной модели службам производственно-технического отдела. В ходе работы разработаны база данных и алгоритм её создания и передачи этому отделу. В конце статьи сделан вывод о том, как важно грамотно организовать этап передачи информации для осуществления результативной работы служб ПТО.

Abstract: This article discusses the problem of data transfer from the information model to the services of the production and technical department. In the course of work, a database was developed and an algorithm for its creation and transmission to this department was developed. At the end of the article, it was concluded that it is important to organize the information transfer stage correctly for the effective operation of the services of the production and technical department.

Ключевые слова: BIM, информационная модель, алгоритм, база данных, производственно-технический отдел

Keywords: BIM, information model, algorithm, database, production and technical department

Введение

Производственно-технический отдел (ПТО) является самостоятельным структурным подразделением предприятия и в своей деятельности напрямую подчиняется главному инженеру предприятия. Работа над BIM проектом здания не входит в функции служб ПТО, поэтому возникает необходимость организации процесса передачи всей необходимой информации для работы отдела.

Технология BIM моделирования подразумевает собой создание информационной модели объекта, которая содержит в себе определенный набор данных. Понятие информационной модели здания было впервые предложено профессором Технологического института Джорджии Чаком Истманом в 1975 году в журнале Американского Института Архитекторов (AIA) под рабочим названием Building Description System (англ., система описания здания). В конце 1970х – начале

1980х в США чаще всего употреблялся термин Building Product Model (англ., строительная модель продукта), а в Европе – Product Information Model (англ., информационная модель продукта). Оба этих термина в первую очередь ориентировали внимание исследователей на объект проектирования, а не на сам процесс.

В 1986 году англичанин Роберт Эйш в своей научной работе ввел понятие Building Information Modeling (англ., информационное моделирование зданий). Он сформулировал основные принципы подхода информационного моделирования, который основан на идее автоматизации всех этапов проектирования и связей между ними. Вся информация о проекте, включая чертежи, сметы, временные расчеты, соединилась в сводную модель. Практическая ценность этого подхода была доказана Эйшем при восстановлении аэропорта Хитроу в Лондоне.

Окончательно термин Building Information Model в его нынешнем содержании появился в научной литературе в 1992 году, а с 2002 года концепция BIM получила развитие в мировой архитектурно-строительной деятельности.

В современном мире под информационным моделированием здания понимают процесс коллективного создания и использования информации о сооружении, формирующий надежную основу для всех решений на протяжении жизненного цикла объекта (от самых ранних концепций до рабочего проектирования, строительства, эксплуатации и сноса). BIM – это числовая информация о проектируемом или уже существующем объекте, которая может использоваться для:

- принятия конкретных проектных решений;
- создания высококачественной проектной документации;
- предсказания эксплуатационных качеств объекта;
- составления смет и строительных планов;
- заказа и изготовления материалов и оборудования;
- управления возведением здания;
- управления и эксплуатации самого здания и средств технического оснащения в течение всего жизненного цикла;
- управления зданием как объектом коммерческой деятельности;
- проектирования и управления реконструкцией или ремонтом здания;
- сноса и утилизации здания;
- иных связанных со зданием целей [1].

Для работы служб ПТО необходимо выделить ту информацию, которая требуется для выполнения функций данного отдела [2]. Выделение данной информации из общего набора данных, ее структуризация - это основная цель, которую необходимо достичь для грамотной работы производственно-технического отдела.

Для служб ПТО важна информация о работах, проводимых на объекте, об их объемах, о машинах, бригадах и т.п. Практически каждый программный комплекс, работающий на основе концепции BIM, поддерживает экспорт каких-либо данных в табличных представлениях. Таким образом, например, из ArchiCAD есть возможность получения данных о конструкциях, материалах и их объемах, из NanoCAD – данных о работах, машинах и механизмах, и все это в формате .xlsx. Для более удобного использования информации службами ПТО необходимо структурировать все таблицы в общую базу данных (рис. 1) [3].

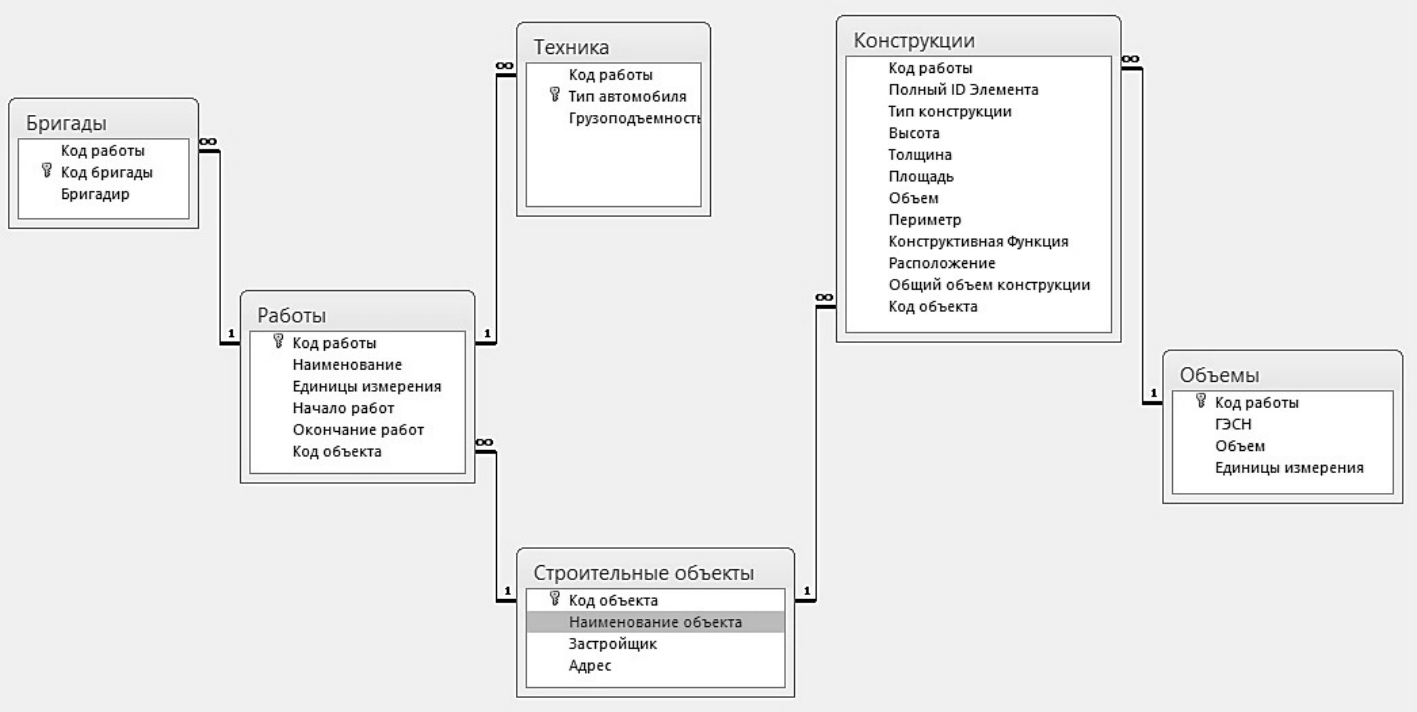


Рис. 1. Пример разработанной базы данных для передачи службам ПТО

На основе вышеизложенного был разработан алгоритм внедрения информационной модели в деятельность служб производственно-технического отдела (рис. 2).

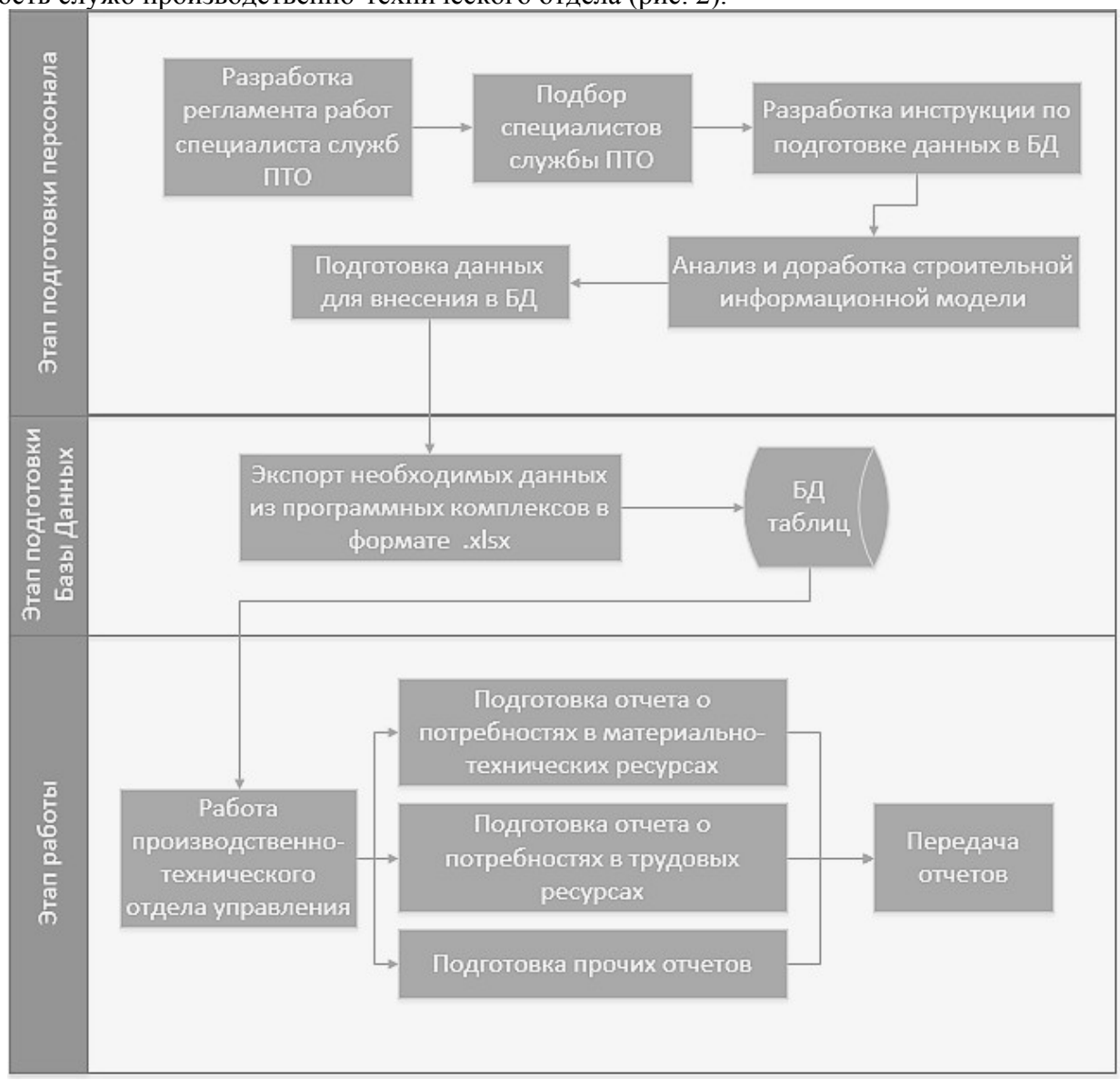


Рис. 2. Алгоритм передачи данных из информационной модели службам ПТО

Данный алгоритм разработан для упрощения организации передачи информации из информационной модели, созданной на основе BIM подхода, в работу служб производственно-технического отдела. Безусловно, для каждого частного случая, этот алгоритм может быть соответствующе модернизирован.

Заключение

Работа производственно-технического отдела – немаловажный аспект процесса строительства, поэтому необходимо грамотно организовать его работу. Для этого требуется организовать передачу информации так, чтобы там были только необходимые данные, и в строго структурированной форме. Для достижения такого результата и был разработан алгоритм внедрения информационной модели в деятельность служб ПТО.

Библиографический список:

1. Владимир Талапов, Основы BIM: введение в информационной моделирование зданий. М., ДМК Пресс, 2011, 392с.
2. Профессиональные стандарты специалиста ПТО // classinform.ru [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://classinform.ru/profstandarty/16.032-spetcialist-v-oblasti-proizvodstvenno-tekhnicheskogo-i-tekhnologicheskogo-obespecheniia-stroitelnogo-proizvodstva.html
3. Руководство по созданию Базы Данных в Microsoft Access // windowsten.ru [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://windowsten.ru/sozdanie-bazy-dannyx-v-ms-access-2007

Письменный Владимир Викторович
Мыльникова Влада Андреевна
Тарачков Михаил Владимирович
Иванков Антон Сергеевич
ФГАОУ ВПО "БФУ им И Канта"

Pis'mennyj Vladimir Vladimirovich
Mylnikova Vlada Andreevna
Tarachkov Mikhail Vladimirovich
Ivankov Anton Sergeevich

УДК 523.9-7

ЭКСИМЕРНАЯ ЛАМПА НОВОГО ТИПА ДЛЯ ДЕРМАТОЛОГИИ

EXCIMER LAMP OF A NEW TYPE FOR DERMATOLOGY

Аннотация: В настоящее время для немедикаментозного лечения псориаза и витилиго широко используются источники UVB диапазона. Портативные и относительно недорогие эксимерные лампы XeCl, излучающие узкополосный ультрафиолет на длине волны 308 нм так же используются в дерматологии. В данной статье описана разработка эксимерной лампы для дерматологии с системой контроля дозы УФ-излучения. Система управления контролирует расстояние до поверхности кожи и, если во время фототерапии расстояние изменяется, то корректируется оставшееся время. Так же в статье описаны другие функциональные особенности и элементы системы управления разработанного прибора.

Annotation: Nowadays sources of UVB range are widely used for non-drug treatment of psoriasis and vitiligo. Portable and relatively inexpensive XeCl excimer lamps emitting a narrow-band ultraviolet at a wavelength of 308 nm are also used in dermatology. This article describes the development of an excimer lamp for dermatology with a system for monitoring the dose of UV radiation. The control system controls the distance to the surface of the skin and, if the distance varies during phototherapy, the remaining time is adjusted. Also in the article are described other functional features and elements of the control system of the developed device.

Ключевые слова: УФ-В лучи, эксимерная лампа, барьерный разряд, излучатель, дерматология, фототерапия, минимальная эритемная доза (МЭД)

Keywords: UVB, excimer lamp, barrier discharge, radiator, dermatology, dermatology, phototherapy, minimal erythema dose (MED)

Введение

Разрабатываемый прибор создан для замены дорогостоящего эксимерного лазера, успешно применяемого для лечения аутоиммунных кожных заболеваний. Спектр излучения эксимерных лампы и лазера близки по составу, поэтому эффективность лечения при одинаковых дозах UVB излучения ожидались схожими, что подтвердилось доклиническими испытаниями эксимерной лампы в клиниках, где используют лазер для фототерапии псориаза и витилиго. Одной из важных задач для терапии UVB является облучение пораженного участка кожи пациента точно измеренной дозой ультрафиолетового излучения, близкой к минимальной дозе эритемы (МЭД) [1]. Терапия не будет эффективна при дозе UVB меньше, чем МЭД, или пациенты могут получить УФ-ожог на коже в дозе, превышающей МЭД.

Основным недостатком ламповых источников излучения является сильная зависимость интенсивности излучения от расстояния, поэтому при расчёте дозы ультрафиолета врачу необходимо учитывать не только время фотосеанса, но и расстояние от излучателя до кожи пациента. Для фиксации дистанции в подобных приборах используется ограничитель расстояния, что приводит к нежелательному контакту кожи пациента с лампой. Разработанная эксимерная лампа снабжена системой контроля УФ дозы. В этом случае врач задаёт не время фотолечения, а значение дозы ультрафиолета, необходимой для пациента, а лампа автоматически измеряет расстояние до кожи и рассчитает время фотосеанса. В процессе лечения система лампы контролирует изменение расстояния и соответствующим образом корректирует время фотосеанса.

Как показала практика фототерапии псориаза и витилиго, важнейшей задачей в этом процессе является получение пациентом строго определённой дозы равной МЭД (минимальная эритемная доза). МЭД является индивидуальным параметром чувствительности кожи человека к УФ излучению и определяется перед началом фотолечения. При дозах УФ излучения менее МЭД эффект лечения проявляется слабо, а при дозах более МЭД происходит УФ ожог, что приводит к ухудшению состояния кожи пациента. Поэтому низкая эффективность лечения аутоиммунных заболеваний солнечным излучением обусловлена отсутствием контроля дозы УФ.

Устройство эксимерной лампы

Эксимерная лампа содержит два XeCl излучателя; источник питания для возбуждения рабочего газа; блок управления с сенсорным экраном; микроконтроллер; видеокамеру; полупроводниковый оптический датчик расстояния; концентратор USB модуль заряда планшета и модуль Wi-Fi (рис. 1).

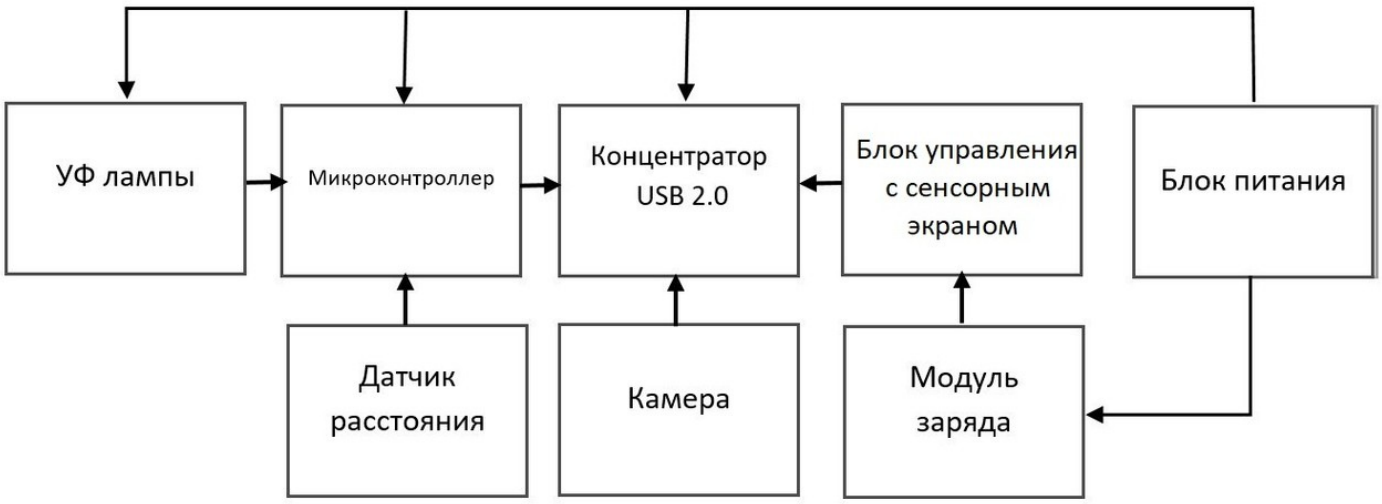


Рис. 1. Общая схема.

Устройства, указанные в схеме, представляют собой систему контроля, измерения, позиционирования, а также управления. Собранные воедино они представляют собой комплексный аппарат для управления процедурой (рис. 2), при помощи специального программного обеспечения.

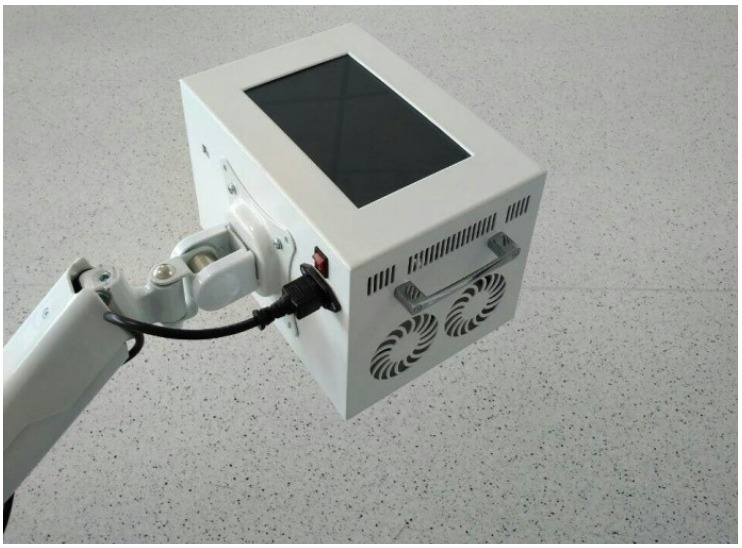


Рис. 2. Внешний вид устройства на базе эксимерной лампы.

Лампа является портативным устройством. Система управления, излучатели XeCl и блок питания, 2 вентилятора для охлаждения XeCl излучателей и блок питания встроены в металлический корпус. Корпус оснащен легко регулируемым пружинным балансным рычагом. Снизу корпуса, под излучателями установлено кварцевое стекло.

Излучатель состоит из двух коаксиальных кварцевых труб разных диаметров, спаянных на концах. Отражающий электрод помещается внутри внутренней трубки, а сетчатый электрод покрывает поверхность кварцевой трубки с большим диаметром (рис. 3а). Пространство между

кварцевыми трубками заполнено смесью ксенона и хлора. Основным недостатком такой электродной системы является радиальное направление излучения.

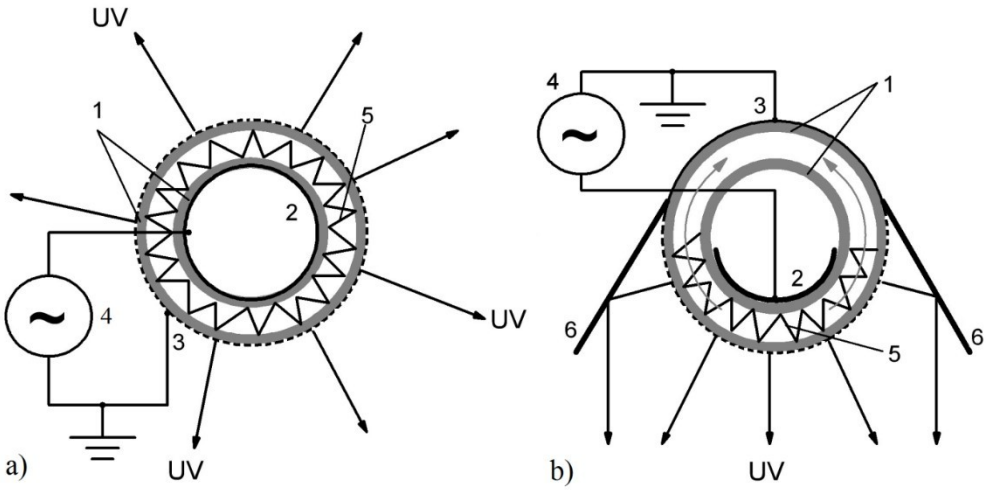


Рис. 3 Вид излучателя в разрезе (а) и секционированный излучатель (б):

1-кварцевые трубки, 2-внутренний электрод, 3-внешний электрод, высоковольтный источник питания, 5-разрядная зона, 6-отражатели.

Для облучения плоской поверхности была разработана специальная электродная система излучателя (рис. 3б). В этой системе разряд зажигается только в нижней половине излучателя, а верхний используется как буферный объем рабочего газа. Это достигается путем сегментации внутреннего электрода. Такая конструкция называется секционированным коаксиальным излучателем [2]. Высокая эффективность и длительный срок службы излучателей XeCl и KrCl (до 10 000 ч), описаны в работах [3], [4]. Выдающие результаты получены за счет высокочастотного короткого импульсного возбуждения [5] и специальной технологии приготовления кварцевых ламп [6].

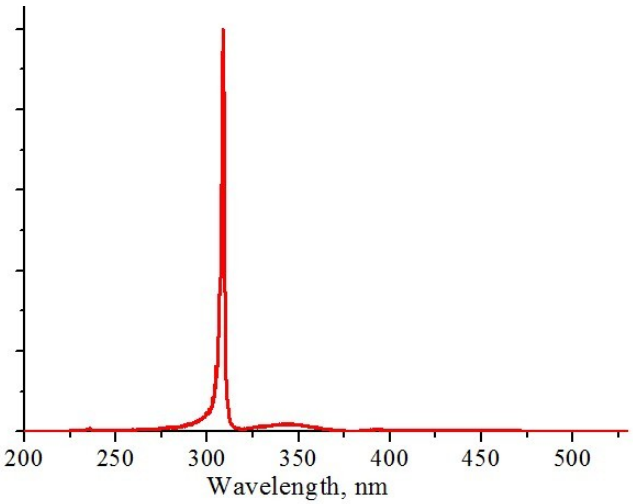


Рис. 4. Спектр XeCl коаксиальной лампы.

Авторы [7] предлагают диапазон 295-315 нм как наиболее эффективную и безопасную часть спектра для фототерапии псориаза. Как показано на рис. 4., для этой цели подходит спектр лампы XeCl, поскольку он содержит только одну полосу излучения с максимумом при 308 нм и 5 нм на полувысоте.

Блок управления с 7 дюймовым сенсорным TFT экраном, исполняет функцию управляющего устройства, с подключенными к нему периферийными устройствами, наглядное отображение информации, а также контроль и вывод информации с других устройств. Планшет оснащён специальным программным обеспечением, с помощью которого можно управлять включением\ выключением ламп, отображением расстояния до облучаемой поверхности в режиме реального времени, а также отображения видеосигнала с камеры, для позиционирования.

Микроконтроллер так же входит в блок управления устройством и выполняет функцию, как сопрягающего устройства, так и управляющего. На него так же установлено специальное программное обеспечение, позволяющее обрабатывать и передавать данные с датчика расстояния, выполнять включение\выключение ламп по средствам управляющих сигналов, подаваемых на реле

включения\выключения ламп, а также перезагружать планшет и отключать лампы в случае нештатной работы блока управления.

Датчик измерения дальности, для определения расстояний в диапазоне от 15 до 250 мм. Без «мёртвых зон», без многократных отражений и рассеиваний луча на предметах и не зависит от отражающих свойств объекта измерения. Указанный датчик, взаимодействуя с контроллером образуют электронную систему измерения расстояния, которая необходима для точного получения пациентом строго определённой дозы равной МЭД. Программное обеспечение позволяет выводить информацию о расстоянии и оставшейся дозе на экране планшета в удобной для восприятия человеком форме.

Камера в данном устройстве используется для позиционирования в пространстве, отображения детальных частей поверхности, и фотосъёмки для записи в журнал пациента. Имеет длину 35мм и диаметр 5-6 мм, с интерфейсом передачи данных USB 2.0, а также возможностью управляемой подсветки поверхности напротив объектива камеры.

Концентратор USB 2.0 в данном устройстве используется для сопряжения таких периферийных устройств, как блок управления, камера и микроконтроллер. Также к нему подключён внешний порт (выведен на панель устройства), для возможности ввода\вывода информации с устройства, программирования подключенных к концентратору сопрягаемых устройств (микроконтроллер и блок управления), установки соединения с ПК.

Модули заряда батареи планшета осуществляют функцию подачи питания на планшет и батарею, плавный старт и выключение планшета, контроль тока заряда батареи, и стабилизацию напряжения. С учётом использования 3-х модулей, включенных параллельно, обеспечивается ток заряда до 3-х ампер и напряжение 4 вольта.

Программное обеспечение

Программное обеспечение установлено на блок управления и микроконтроллер. Интерфейс программы (рис. 5.) позволяет управлять процедурой, осуществлять мониторинг времени и расстояния, вести электронный журнал, с возможностью сохранения информации о пациентах, сеансах процедур и фотографирования результатов. Так же планшет имеет возможность передачи данных посредствам USB, WiFi, Bluetooth. Это позволяет передавать данные, а именно управлять устройством и вести электронный журнал дистанционно с удалённого компьютера (сервера). Программное обеспечение планшета и микроконтроллера связаны между собой в целях предотвращения нештатных ситуаций.

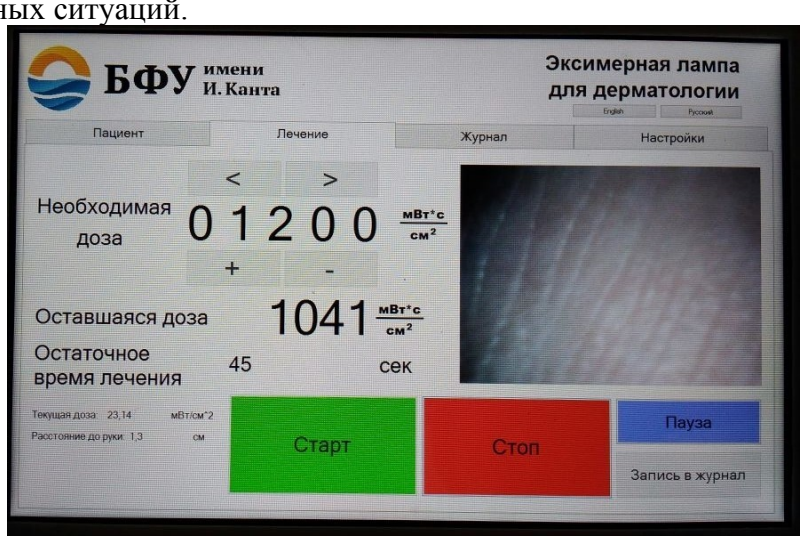


Рис. 5. Вкладка «Лечение» программы, установленной на блок управления.

Заключение

В результате разработки и реализации XeCl эксимерной лампы для дерматологии, на её базе создан и испытан уникальный прибор, позволяющий проводить немедикаментозную терапию кожных заболеваний. Проведена апробация работы XeCl эксимерной лампы для дерматологии. Создана интеллектуальная система контроля дозы УФ излучения, отображения информации необходимой для проведения процедуры в режиме реального времени и электронная база данных пациентов. Разработано и внедрено программное обеспечение для удобства контроля и проведения процедуры с использованием эксимерной лампы.

Библиографический список:

[1] Vollkommer F., Hitzschke L. Dielectric barrier discharge // Proc. of the 8th Int. Symp. on Science & Technology of Light Sources, Greifswald-Germany. – 1998. – P.51-60

[2] [Соснин Э.А., Ерофеев М.В., Тарасенко В.Ф., Скакун В.С., Шитц Д.В., Ломаев М.И., Тибаут М., Лаурент М. Источник излучения // Патент RU 2271590 C2. Приоритет 15.03.2005. Опубл. 10.03.2006. Бюл. 7.

[3] M.I. Lomaev, V.S. Skakun, E.A. Sosnin, V.F. Tarasenko, D.V. Schitz, M.V. Erofeev, Excilamps: efficient sources of spontaneous UV and VUV radiation, J. Physics-Uspekhi. 46(2) (2003) 193–210. DOI: 10.1070/PU2003v046n02ABEH001308

[4] E.A. Sosnin, S.M. Avdeev, V.F. Tarasenko, V.S. Skakun and D.V. Schitz, KrCl Barrier-Discharge Excilamps: Energy Characteristics and Applications (Review), Instr. and Exp. Techniques. 58(3) (2015) 309–318. DOI: 10.1134/S0020441215030124

[5] M.I. Lomaev, D.V. Schitz, V.S. Skakun and V.F. Tarasenko, Influence of excitation pulse form on barrier discharge excilamp efficiency, Proc. SPIE. 4460 (2002) 38-45. DOI: 10.1117/12.459413

[6] M.V. Erofeev, V.S. Skakun, E.A. Sosnin, V.P. Zimakov and E.B. Chernov, Lifetime of working mixtures of XeCl and KrCl excilamps, J. Atmospheric and oceanic optic. 13(3) (2000) 286-288.

[7] J.A. Parrish and K.E. Jaencke, Action spectrum for phototherapy of psoriasis, J. Invest. Dermatol. 76 (1981) 359-362. [6] M.I. Lomaev, D.V. Schitz, V.S. Skakun and V.F.

Мыльникова Влада Андреевна
Письменный Владимир Викторович
Тарачков Михаил Владимирович
ФГАОУ ВПО "БФУ им И Канта"

Myl'nikova Vlada Andreevna
Pis'mennyj Vladimir Viktorovich
Tarachkov Mihail Vladimirovich

УДК 681.5

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ОБОРУДОВАНИЯ НА ОБЪЕКТЕ ФОРТ №11 «ДЁНХОФФ»

DEVELOPMENT OF THE SYSTEM OF AUTOMATION OF THE EQUIPMENT ON AN OBJECT A FORT №11 «DONHOFF»

Аннотация: Данная статья посвящена разработке системы автоматизации оборудования для форта «Денхофф». Предлагаются способы управления микроклиматом помещений, освещением, используя PLC-технологию, а также системой альтернативной электроэнергетики. Авторами были спроектированы системы автоматизации и альтернативного энергоснабжения.

Annotation: This article is about the development of automation of equipment for the «Donhoff» fort. There are ways to control room microclimate and lighting, using PLC technologies, and also alternative power system control. The authors designed systems of automation and alternative power supply.

Ключевые слова: «Умное здание», система автоматизации, PLC-технология, альтернативное энергоснабжение.

Keywords: "Smart building", automation system, PLC-technology, alternative power supply.

Введение

В настоящее время большое внимание уделяется автоматизированным системам управления зданиями, так называемым «умным зданиям», а кроме того проблемам экологичности и энергоэффективности. Подобные концепции всё чаще используются в проектах по реновации зданий с устаревшими инженерно-техническими решениями. Калининградская область является благоприятным регионом для автоматизирования инженерных систем, поскольку в ней сосредоточено большое количество сооружений, требующих реновации и имеющих статус объекта культурного наследия. Один из таких объектов регионального значения - форт №11 «Дёнхофф». [1]

На данном объекте необходимо эффективно управлять инженерным оборудованием. Система управления микроклиматом обеспечит комфортные условия для персонала и посетителей, позволит экономить тепловую энергию. Наличие системы альтернативного энергоснабжения позволит снизить потребление электроэнергии и затраты на эксплуатацию оборудования на форте №11. В настоящее время объект исследования не оснащен никаким техническим оборудованием, в связи с этим создаваемая система является новой.

Система автоматизации оборудования

Система автоматизации будет построена следующим образом (рис.1): в качестве сервера сбора данных используется промышленный компьютер iROBO, к нему подключается другой компьютер, который выступает в качестве веб-сервера, на котором будет развернут веб-интерфейс, отвечающий за визуализацию данных.

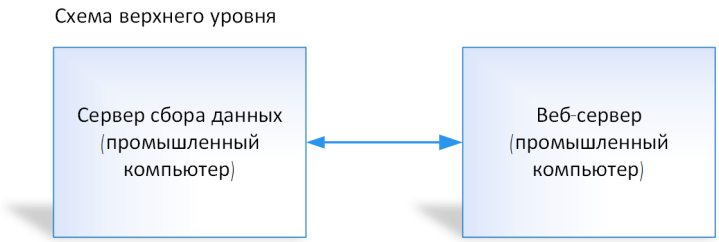


Рис. 1. Схема верхнего уровня.

Поскольку форт №11 – это объект культурного наследия, который имеет ряд особенностей, необходимо построить систему автоматизации таким образом, чтобы минимизировать количество производимых строительно-монтажных работ. В связи с этим для передачи данных предпочтительнее использовать радиоинтерфейс. Помимо этого, беспроводные технологии не требуют дополнительных затрат на прокладку коммуникаций между устройствами, позволяют изменять расположение устройств. Но радиоинтерфейс обладает определенными недостатками. Он способен связывать устройства на ограниченной дистанции, поэтому необходимо применить проводную связь. Рассмотрим несколько вариантов связи: RS-485, RS-232, RS-422, Ethernet. В случае с автоматизацией форта №11, оптимально будет применить интерфейс RS-485. Это объясняется тем, что интерфейс RS-232 поддерживает передачу данных только на малые расстояния (до 15 метров) и в основном используется для связи 2-х устройств, что не подходит в данном случае. Интерфейс RS-422 избыточен, так как на форту не требуется передача данных на такие дальние дистанции (до 1500 метров), которые он поддерживает. Ethernet не подходит в силу того, что датчики и исполнительные устройства не могут поддерживать связь по нему, для того чтобы был возможен обмен информацией между устройствами, необходимо чтобы у них был одинаковый протокол обмена. [2] Общая схема автоматизации форта представлена на рис. 2.

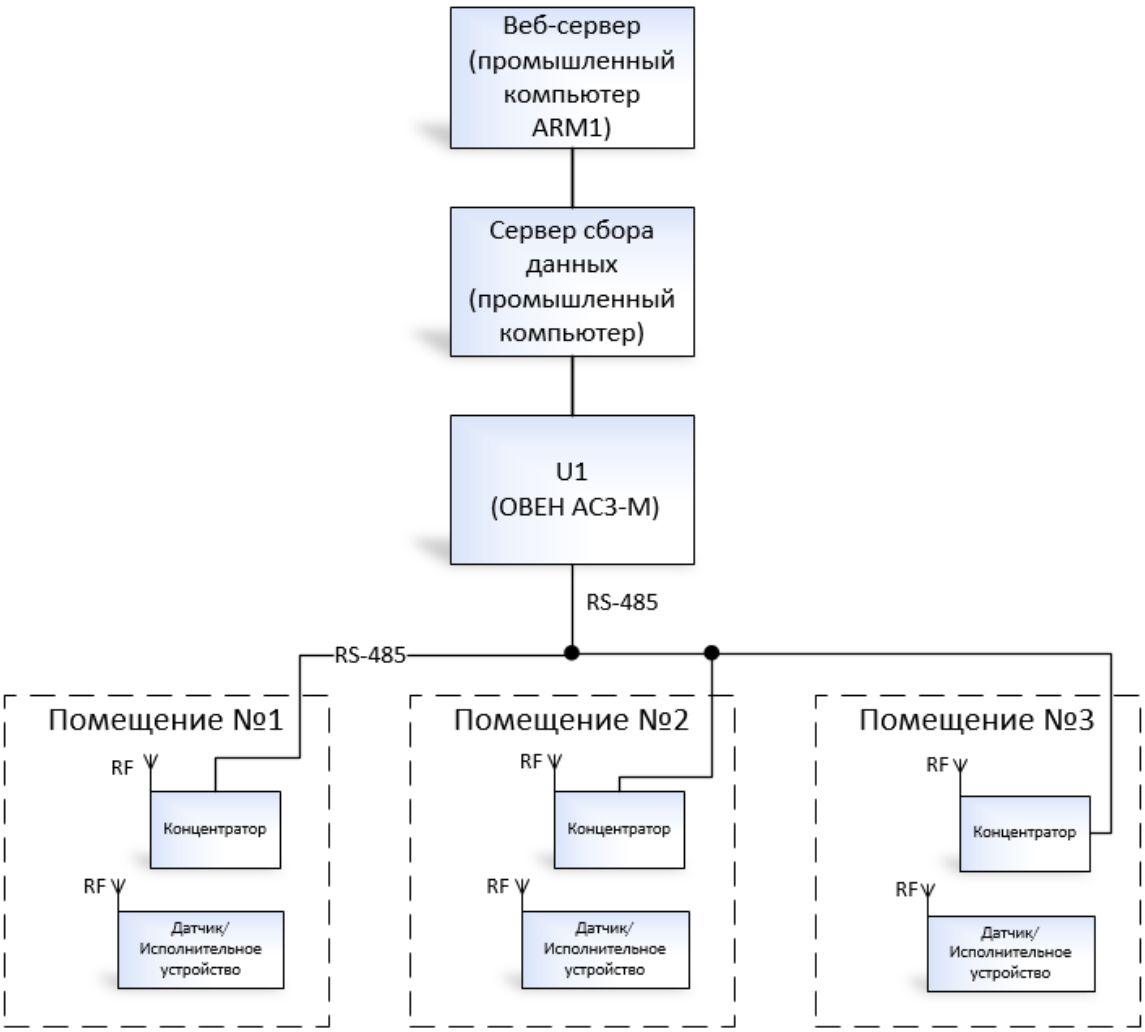


Рис. 2. Общая схема автоматизации форта №11.

В качестве оборудования для отопления помещений форта в конечном итоге было принято решение использовать радиаторы отопления. Для кондиционирования помещений будет применена система приточно-вытяжной вентиляции и рекуперации.

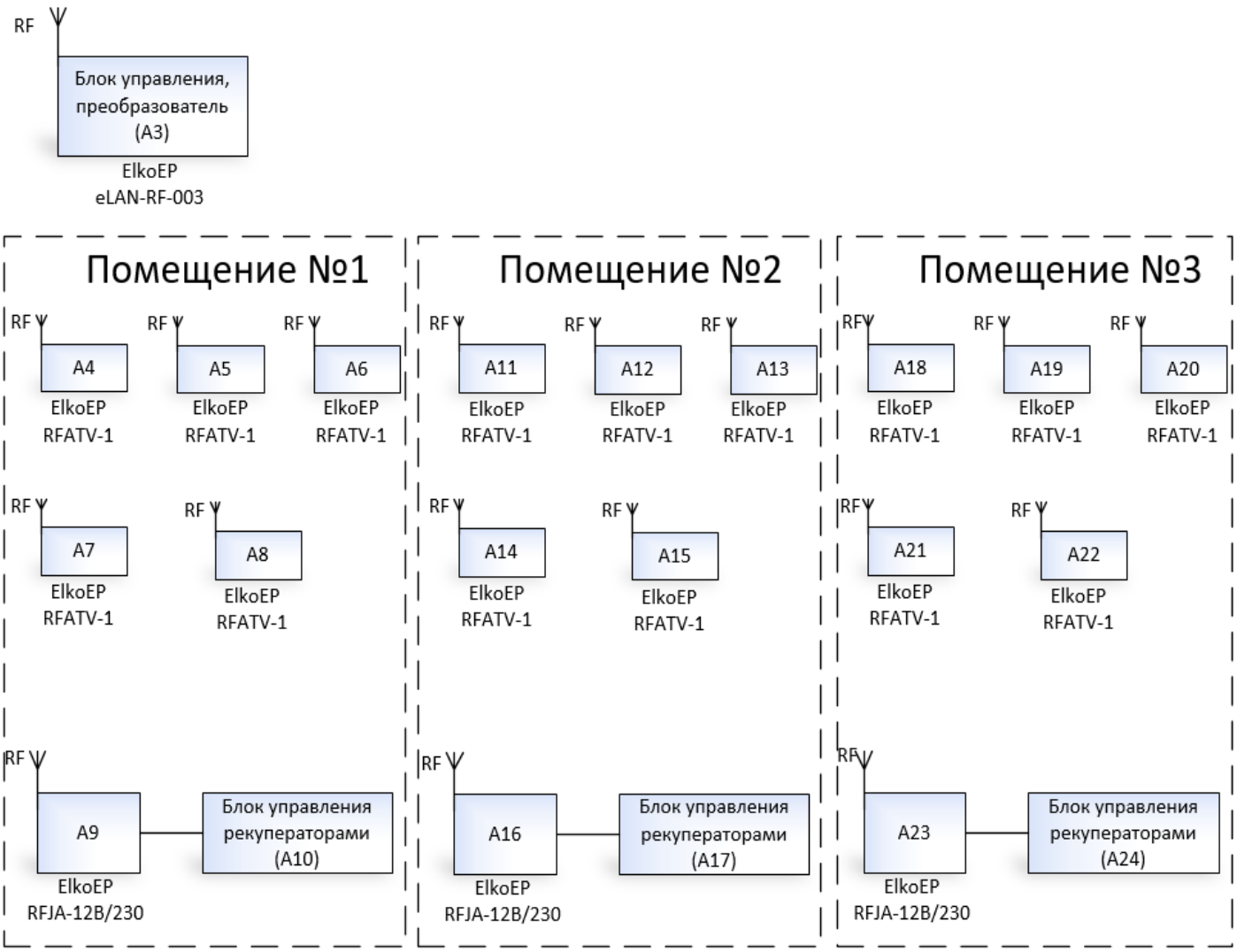


Рис. 3. Схема управления системой микроклимата помещений.

ElkoEP RFATV-1 – беспроводная термоголовка для измерения температуры, а также для беспроводного управления вентилем радиатора отопления. (рис. 3) [3]

ElkoEP eLAN-RF-003 - блок управления и преобразователь, управляет беспроводными устройствами, обладает функциями усилителя сигнала (репитера). (рис.3) [3]

Управление светотехническим оборудованием можно выполнить несколькими способами: провести провод до каждого осветительного прибора; разместить устройство с радиоинтерфейсом возле каждого осветительного прибора; использовать PLC- технологию.

Для управления освещением была выбрана технология PLC, поскольку два других метода не подходят из-за того, что потребуется проложить много проводов, так как число светильников, находящихся на форте, составляет 365 штук (14 линий освещения). Преимущество технологии PLC в том, что она не требует прокладки дополнительных линий коммуникаций, так как использует силовые кабеля для создания коммуникационной сети. [4]

В качестве оборудования для системы альтернативного энергоснабжения основным был выбран гибридный инвертор 10кВт, а также 32 фотоэлектрических модуля и 12 аккумуляторных батарей. Уникальность гибридного инвертора в том, что он может работать в 2 режимах— использовать энергию аккумуляторов, заряжаемых с помощью солнечных батарей и при её недостатке, потреблять энергию от сети. На рис.4 представлена структурная схема системы альтернативного энергоснабжения.

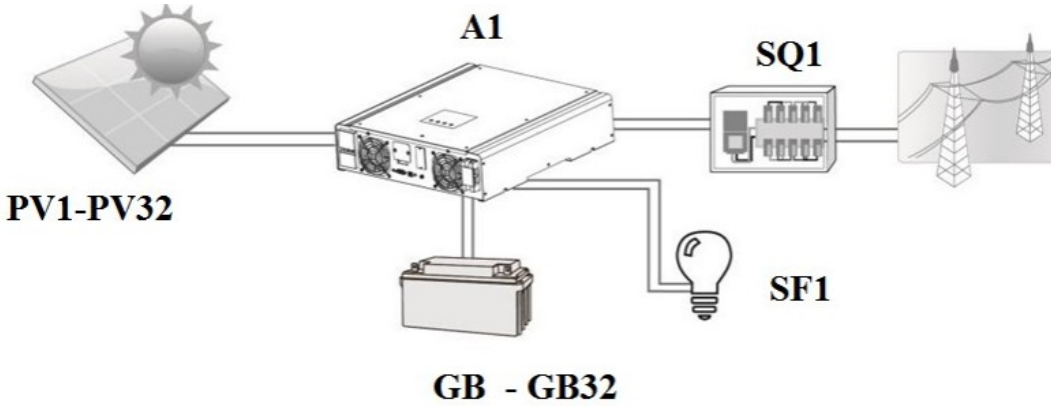


Рис. 4. Структурная схема системы альтернативного энергоснабжения.

PV1-PV32 – модуль фотоэлектрический 300 ВТ HSE300-72M (солнечные батареи)

A1- инвертор гибридный Sila Pro-10000MH.

GB1-GB12 – батарея аккумуляторная Prosolar-R RA12-200AG.

SF1 – нагрузка объекта.

SQ1 – ВРУ объекта с прибором учёта.

Библиографический список:

[1] Марк, Э.С. Практические советы и решения по созданию "Умного дома" / НТ Пресс, 2007

[2] В.В. Денисенко Компьютерное управление технологический процессом, экспериментом, оборудованием.

[3] Модульные электронные ресурсы [Электронный ресурс] - URL: http://www.elkoep.ru/ Дата обращения к ресурсу 04.04.18

[4] Pablo Gagliardo. Take advantage of power line communications in nextgen home networking & IPTV designs. — CommsDesign. 2009 [Электронный ресурс] - URL: http://www.commsdesign.com/article/printableArticle.jhtml?articleID=217300850 Дата обращения к ресурсу 06.04.18

Тарачков Михаил Владимирович
Ширкин Александр Евгеньевич
Перминов Илья Константинович
Письменный Владимир Викторович
Мыльникова Влада Андреевна
Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта, Россия

Tarachkov Mihail Vladimirovich
SHirkin Aleksandr Evgen'evich
Perminov Il'ya Konstantinovich
Pis'mennyj Vladimir Viktorovich
Myl'nikova Vlada Andreevna

УДК 621.313

РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АНТРОПОМОРФНЫМ РОБОТОМ АР-601

DEVELOPMENT OF ANTHROPOMORPHIC ROBOT AR-601 CONTROL SYSTEM ELEMENTS

Аннотация: В статье рассматривается построение элементов системы управления антропоморфным роботом АР-601, а именно системы управления захватом. Приводится способ сопряжения робота и его компьютерной модели, построения системы технического зрения. Описывается эвристический алгоритм распознавания и захвата. Приводятся результаты экспериментов.

Annotation: This article is about robotics control system. Especially about grasping control of AR-601M robot. There is a way of connection real robot and its computer model in this article. Also a method for constructing a vision system, heuristic algorithms of recognition and capture are described.

Ключевые слова: Антропоморфная робототехника, техническое зрение, распознавание, захват, система управления.

Keywords: Robotics, machine vision, perception, grasping, control system.

Введение

Уровень развития современной промышленности и систем управления делает возможным внедрение робототехники в повседневную жизнь уже в ближайшем десятилетии. И речь идет не о роботах-пылесосах, а о полноценных антропоморфных робототехнических комплексах. Для успешного внедрения таких комплексов необходимо научить их взаимодействовать с окружающими предметами и людьми. Поэтому одна из наиболее важных задач робототехники сейчас - это задача распознавания объектов и их захвата.

В данной статье будет рассмотрен способ построения системы управления захватом для антропоморфного робота АР-601 с использованием фреймворка Robotic Operating System (ROS).

Создание компьютерной модели робота

Для того чтобы осуществлять планирование движений робота, необходимо построить его компьютерную модель.

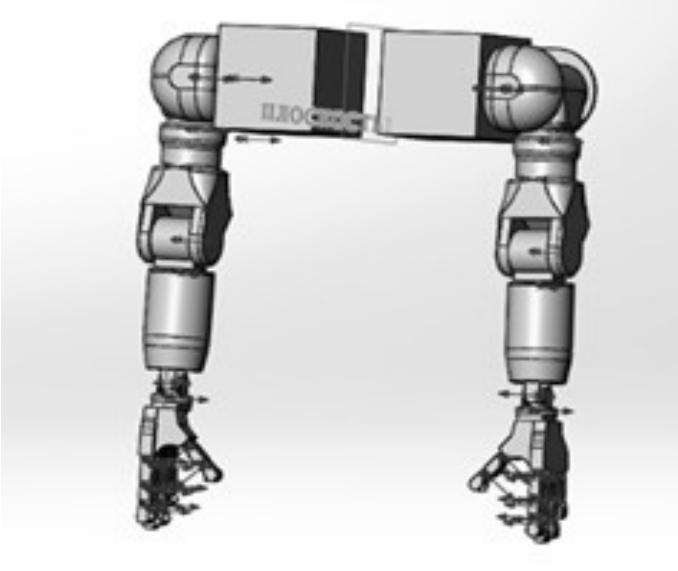


Рис. **2**. Модель манипуляторов робота в САПР Solidworks.

Она состоит из звеньев и шарниров, взаимное расположение и характеристики которых описываются в формате URDF. Для каждого звена также указывается соответствующая ему трехмерная модель.

Поскольку производителем не были предоставлены трехмерные модели всех звеньев робота, они были построены в программе Solidworks на основе измерений частей реального робота. Компьютерная модель рук робота представлена на рисунке 1. Точность построения трехмерных моделей может быть невысокой, так как они используются для визуализации движений робота и это вопрос эстетики. Второе назначение трехмерных моделей - расчет соприкосновений между частями робота, а также между частями робота и окружающими объектами. Для этой задачи модели должны быть максимально примитивными, потому что от сложности модели зависит сложность расчетов. URDF позволяет для каждого звена указывать трехмерную модель для визуализации звена и для определения соприкосновений [1].

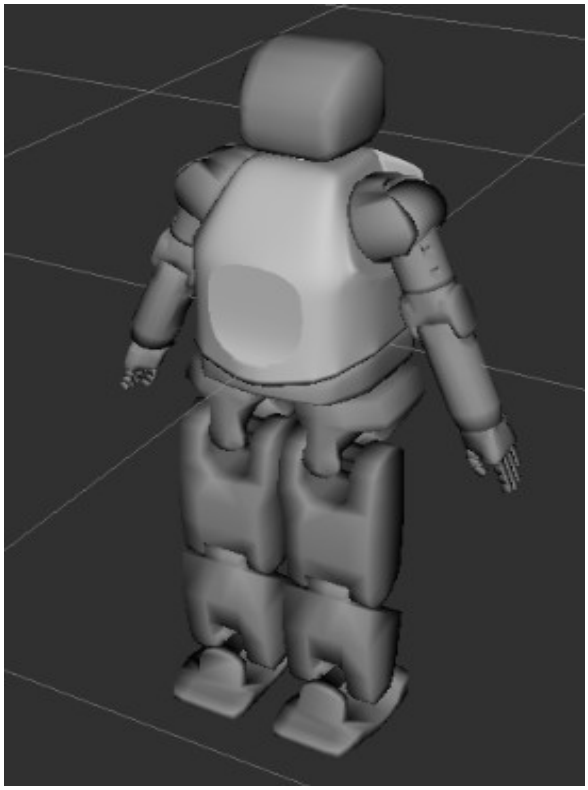


Рис. **3**. Визуализация компьютерной модели робота AP-601 в среде RViz.

Взаимное расположение звеньев робота, расстояния между осями вращения, минимальные и максимальные углы поворота шарниров были взяты из чертежей робота, предоставленных производителем.

Трехмерные модели звеньев были построены по-отдельности и объединены в сборку. Из сборки в программе Solidworks можно получить URDF-описание робота при помощи плагина “Solidworks to URDF exporter”. Он генерирует пакет для ROS.

В ROS визуализировать компьютерную модель робота можно при помощи визуализатора Rviz. Результат отражен на рисунке 2.

Взаимодействие робота и компьютерной модели

Робот должен повторять действия, которые были спланированы с использованием компьютерной модели. Поэтому необходимо передавать на контроллер робота управляющие сигналы. Компьютерная модель должна иметь актуальную информацию о состоянии робота: положение всех шарниров, напряжение и токи моторов, данные с датчиков давления на концах пальцев. В фреймворке ROS для осуществления описанного выше взаимодействия используется пакет “ROS control”.

Данный пакет состоит из нескольких программ, самая главная из которых - RobotHW. Она является наиболее низкоуровневой из всех, поскольку осуществляет взаимодействие с контроллером робота через интерфейс UDP согласно протоколу обмена данными. В RobotHW необходимо реализовать следующие функции:

1. Передача угла поворота шарнира, установка минимального и максимального угла шарнира, центровка шарнира.
2. Прием данных о текущем угле поворота шарнира, текущем значении тока и напряжения каждого мотора, данных о состоянии датчиков давления на кончиках пальцев.

Также в задачи RobotHW входит запуск менеджера контроллеров, который управляет запуском/остановом контроллеров и обменом данными между RobotHW и контроллерами с использованием интерфейсов.

Контроллер - это программа, осуществляющая управление определенной группой моторов. Также она используется для приема управляющих сигналов и передачи данных о состоянии робота другим программам в ROS. Обмен с другими программа осуществляется при помощи клиент-серверного механизма action. Использование такого механизма позволяет передать управляющий сигнал и контролировать процесс исполнения команды, получая обратную связь. Также исполнение команды можно экстренно отменить. Также возможно взаимодействие при помощи механизма тем (topics) [1].

При помощи контроллеров можно реализовать управление мотором (группой моторов) по позиции (joint position controller), скорости (joint velocity controller) и моменту (joint effort controller). В этом случае в контроллер встраивается ПИД-регулятор. Есть возможность реализовать проходной контроллер (joint forward controller), который будет передавать данные от управляющей программы в RobotHW без изменений. Но обычно в такой контроллер встраивают функцию, интерполирующую полученную от управляющей программы последовательность углов положений шарниров, что делает движения робота плавными.

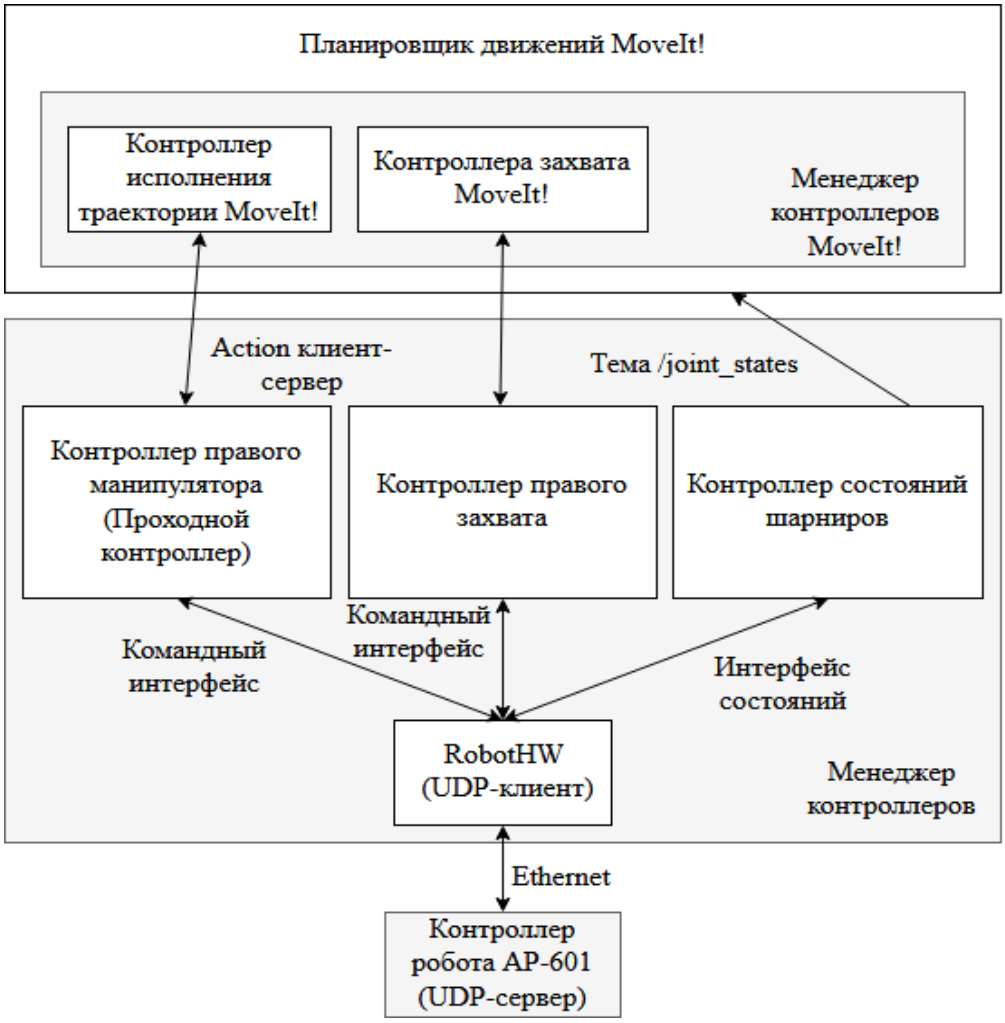


Рис 3. Структура взаимодействия робота и компьютерной модели.

Для передачи данных о состоянии робота используются контроллер состояний шарниров (joint state controller) и контроллер состояний тактильных датчиков (tactile sensor controller).

Интерфейсы осуществляют обмен данных между контроллерами и RobotHW. В ROS существуют следующие типы интерфейсов:

1. Командный интерфейс шарниров
2. Интерфейс состояний шарниров
3. Сило-моментный интерфейс
4. Инерционно-измерительный интерфейс

Они отличаются типом и количеством передаваемых параметров. Интерфейсы потокобезопасны. Схема взаимодействия компьютерной модели и робота представлена на рисунке 3.

Подготовка данных для распознавания

В интегрированной среде разработки Unity3D была реализована модель имитирующая работу стереозрения видеокамер. Среда Unity3D создана для написания компьютерных игр, поэтому в ней есть необходимый функционал для реализации виртуальной сцены и съемки её виртуальными камерами. Камера в Unity3D является перспективной проекцией. С помощью такой же математической модели принято описывать в компьютерном зрении реальные камеры [2]. Среда Unity позволяет переопределять матрицу проекции, захватывать изображение.

Программа, имитирующая работу видеокамер, принимает настройки стереосистемы (расстояние между камер, направление оптических осей), и внутренние параметры камер, а также начальное положение системы зрения на сцене. Изображения транслируются через веб-службы. Перед отправкой стереопара обрабатывается, и добавляются эффекты цифрового шума и радиальных искажений.

Для каждой камеры выделен отдельный порт. Таким образом, мы можем обращаться к имитационной модели, как будто имеется подключение к реальному оборудованию по сети. Данные по веб-адресам принимает другая программа и отправляет стереопары с привязкой ко времени в виде сообщений в ROS.

Для вычисления раскрашенного облака точек реализован другой пакет ROS, который принимает готовые сообщения с изображениями. С помощью инструментов библиотеки OpenCV вычисляется карта глубины, по которой путём триангуляции вычисляются координаты пространства. Далее в виде сообщений раскрашенное облако точек передается системе распознавания.

На рисунках 4 и 5 представлен пример виртуальной сцены и получаемых данных в итоге.

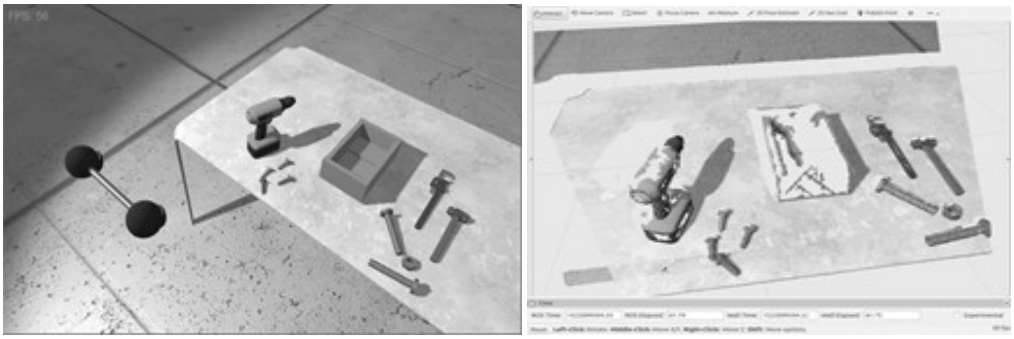


Рис. 4, 5. Модель стереозрения видеокамер (слева).
Облако точек в визуализаторе RViz (справа).

Распознавание объектов

Для распознавания объектов по цветному облаку точек существует библиотека алгоритмов PCL. В ходе работ над системой распознавания были опробованы некоторые из них. Готовые алгоритмы оказались неэффективными: либо они не справлялись со своей задачей, либо работали слишком долго. Поэтому было решено написать собственный алгоритм.

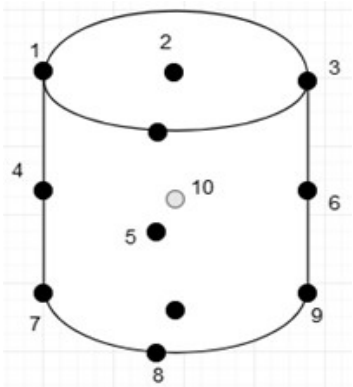


Рис. 6. Пример расположения ключевых точек на цилиндре.

Для разработанного алгоритма необходимо особым образом подготовить модели объектов, которые он будет искать (рисунок 6). Модель должна быть трехмерным графическим примитивом. Если объект сложной формы, то его нужно разбить на примитивы. В данной статье рассматриваются только простые объекты. На модели объекта выделяются ключевые точки. Нужно учитывать, что объект будет виден только с одной стороны. Также выделяется одна особая ключевая точка, которая является геометрическим центром модели. Ключевые точки должны описывать объект максимально хорошо, при этом желательно, чтобы их количество было как можно меньше, так как это отразиться на скорости работы алгоритма.

Алгоритм распознавания состоит из нескольких частей. Поскольку искомый объект располагает на столе или полке, то в первую очередь необходимо удалить из дальнейшего поиска точки, которые точно не принадлежат объекту. Для этого ищется геометрический центр всего облака точек. Через найденный центр проводится плоскость. Плоскость может наклоняться вдоль осей X, Y от 0 до 180 градусов и смещаться по оси Z не более чем на 30 см. в отрицательном направлении. Такое значение было установлено из предположения, что большинство точек в облаке будут принадлежать поверхности, на которой располагается объект, следовательно, геометрический центр будет смещен максимально близко к поверхности. Производится перебор углов и смещения, ищутся те значения, при которых 10% точек облака будут находиться ниже проведенной плоскости.

Далее определяется количество точек, содержащихся в облаке на удалении от плоскости на 0.5, 1, 1.5 см и т.д. Ищется максимальное значение, на таком удалении от проведенной плоскости

располагается поверхность. Все точки, располагающиеся ниже этой границы, исключаются из дальнейшего рассмотрения.

Следующий этап - кластеризация облака точек. Она осуществляется по двум параметрам: цвет и удаленность точек. Из произвольной точки облака запускается алгоритм поиска в ширину. Переход к новой точке осуществляется в случае, если расстояние между точками меньше d0 и различия в значении цвета меньше r0, g0, b0 соответственно.

Все точки, до которых удалось дойти из исходной помечаются одинаковой меткой. Если перейти в новую точку нельзя, но еще остались необработанные точки, то алгоритм поиска в ширину запускается из них. Эти точки также помечаются меткой, но уже другой. В результате кластеризации облако разбивается на фрагменты, каждая точка такого фрагмента помечена соответствующей фрагменту меткой.

Можно ввести еще один фильтр, который позволит искать объект в меньшем количестве кластеров. Например, если искомый объект - коробка, то количество точек, в котором его стоит искать, будет больше, нежели если искомый объект - винт.

В кластерах находится геометрический центр, в который помещается подготовленная модель. Осуществляется вращение модели вдоль каждой из трех осей с шагом 0.2 рад. и рассчитывается расстояние между точками модели и точками кластера. Оптимальными считаются те углы, при которых расстояние между точками окажется минимальным. Таким образом, устанавливается положение и ориентация объекта в пространстве.

Полученные положение и ориентация отсчитываются относительно системы координат левой камеры, поэтому для использования их в системе захвата необходимо произвести преобразование в систему координат робота.

В компьютерную модель робота добавляется трехмерная модель распознанного объекта согласно полученным положению и ориентации.

Захват распознанных объектов

Для осуществления захвата объекта необходимо подобрать оптимальную позицию захватывающего устройства. В данной работе оптимальной будет считаться такая позиция, которая позволяет осуществить захват.

Вводится понятие глубины захвата, равное расстоянию от центра объекта до поверхности ладони. Производится вращение модели рабочего органа робота вокруг модели распознанного объекта вдоль 3-х осей с заданным шагом на расстоянии глубины захвата. На каждом шаге проверяется отсутствие пересечений рабочего органа робота и объектов на сцене, а также решается задача обратной кинематики для манипулятора с 7-ю степенями свободы для того, чтобы определить, можно ли переместить рабочий орган робота в такое положение. Если оба условия выполняются, то захват считается спланированным. Управляющая команда передается на робота, и он повторяет действия, симулированные в модели. Когда рабочий орган робота принял требуемое положение, подается команда на сжатие пальцев. Сжатие происходит до тех пор, пока не сработают тактильные датчики на кончиках пальцев. Захват считается выполненным.

При планировании захвата учитывается вектор, вдоль которого осуществляется подведение рабочего органа работа к распознанному объекту и минимальное расстояние, с которого нужно начинать двигаться вдоль этого вектора [3].

Заключение

В результате данной работы были разработаны элементы системы управления антропоморфным роботом АР-601. В целом, система показала себя хорошо, стабильно распознавались объекты и производился захват. Систему необходимо доработать, так как для своей работы она требует много времени. Дальнейшая работа будет направлена на ускорение работы системы.

Библиографический список:

1. Lentin Joseph, Mastering ROS For Robotics Programming // Packt Publishing Ltd., 2015, p.59-82.
2. Л. Шапиро, Дж. Стокман. Компьютерное зрение. М., БИНОМ. Лаборатория знаний. 2006. С. 506—509.
3. Anil Mahtani, Luis Sanchez, Enrique Fernandez, Aaron Martinez, Effective Robotics Programming with ROS // Packt Publishing, 2016, p. 307-320.

Никанин Андрей Игоревич
Nikanin Andrey Igorevich
Студент 3 курса Пензенского Государственного Университета, факультет приборостроения информационных технологии и электроники. г.Пенза

Суматохин Егор Дмитриевич
Sumatokhin Yegor Dmitrievich
Студент 2 курса Пензенского Государственного Университета, факультет приборостроения информационных технологии и электроники. г.Пенза

Логинов Максим Александрович
Loginov Maxim Alexandrovich
Студент 3 курса Пензенского Государственного Университета, факультет вычислительной техники. г.Пенза

УДК 620.9

СОВРЕМЕННЫЕ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГИИ ДЛЯ ЕЖЕДНЕВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

MODERN DEVELOPMENTS OF RENEWABLE ENERGY SYSTEMS FOR DAILY USE

Аннотация: В статье рассмотрены виды последних разработок легковнедряемых в повседневную жизнь источников альтернативной энергии. Сделан акцент на четырёх инновациях, каждая из которых заслуживает подробного рассмотрения. Приведена статистика использования источников альтернативной энергии в мире, с указанием роста процента их использования в развитых и развивающихся странах в течение 10 лет.

Annotation: The article considers the types of recent developments of light sources of alternative energy that are easy to put into everyday life. The emphasis is on four innovations, each of which deserves detailed consideration. The statistics of the use of alternative energy sources in the world are given, indicating the increase in the percentage of their use in developed and developing countries for 10 years.

Ключевые слова: экономия ресурсов планеты; источники альтернативной энергии; возобновляемые источники энергии; ВИЭ; солнечные батареи; ветрогенераторы; tesla.

Keywords: economy of planet resources; sources of alternative energy; renewable energy sources; RES; solar panels; wind generators; tesla.

Специалисты по альтернативной энергетике являются одними из самых востребованных людей современности. Согласно данным доклада Всемирного энергетического совета, доля возобновляемых источников энергии на планете сейчас составляет более 30% совокупной мощности производства энергии и 23% от всего производства электроэнергии в мире. За последние 10 лет использование энергии ветра выросло на 23%, а энергии солнца – на 51%, хотя общая доля их использования среди других источников альтернативной энергии составляет всего 4%. На рисунке 1 можно увидеть, как возрос процент используемых ВИЭ в мире с 2004 по 2014 годы.

RENEWABLES IN THE GLOBAL ENERGY SYSTEM:
World global power capacity additions and energy production by source 2004–2014

Source	Installed Capacity 2004 [GW] and (%) share		Installed Capacity 2014 [GW] and (%) share		Average Annual Growth Rate (%)	2014 Production [TWh] and (%) share		Average Equivalent Operating Hours [h]
Hydro	715GW	18.8%	1,055 GW	17.1%	4%	3,898TWh	16.6%	3,694
Wind	48GW	1.3%	370GW	6.0%	23%	728TWh	3.1%	1,967
Biomass	39GW	1.0%	93GW	1.5%	9%	423TWh	1.8%	4,545
Solar	3GW	0.1%	181GW	2.9%	51%	211TWh	0.9%	1,168
Geothermal	9GW	0.2%	13GW	0.2%	4%	94TWh	0.4%	7,225
Total Renewables	814GW	21.4%	1,712GW	27.7%	8%	5,353TWh	22.8%	3,127
Total Conventional (Oil, Gas, Coal) and Nuclear	2,986GW	78.6%	4,468GW	72.3%	4%	18,127TWh	77.2%	4,057
TOTAL	**3,800GW**	**100%**	**6,180GW**	**100%**	**5%**	**23,480TWh**	**100%**	**3,799**

Рис.1 – сравнительная таблица ВИЭ с 2004 по 2014 год

За последние годы стоимость производства и эксплуатации ВИЭ значительно снизилась, что позволило развивать их использование не только в развитых, но и в развивающихся странах – Латинская Америка, Южная Азия и Африка уже практически сравнялись с большинством развитых стран по количеству использования альтернативной энергетики. Если в 2005 году всего 15 развивающихся стран использовали ВИЭ, то в 2015 их количество выросло до 95.

Использование альтернативных источников сейчас является не только решением вопроса об экономии ресурсов планеты, но и востребованным и перспективным бизнесом. За 2015 год в ВИЭ была проинвестирована сумма в 286 миллиардов долларов США, из них 76% пришлось на ветровую и солнечную энергетики.

Одним из самых показательных примеров такого полезного и прибыльного бизнеса является разработка Илона Маска, главы объединения двух лидирующих на рынке компаний – SolarCity и Tesla Motors: солнечная черепица Solar Roof. Внешним видом черепица не отличается от обычного кровельного покрытия, но при этом она гегенрирует электроэнергию из получаемого солнечного света. В отличие от громоздких солнечных батарей, такая черепица не привлекает внимания, выглядит эстетично и аккуратно. Прогнозируется производство четырех текстур: гладкое стекло, тосканское стекло, текстурированное стекло и шифер, так что каждый пользователь сможет подобрать вид черепицы, подходящий к общему облику своего дома.

Черепица состоит из высокоэффективного солнечного элемента, прозрачной для солнечного света пленки с текстурой и необычного высокопрочного защитного стекла, специально разработанного научно-техническим подразделением Tesla Motors. Плотность такого стекла примерно в пять раз ниже, чем у бетона, что позволяет данной черепице иметь вес в 3-5 раз меньший, чем у традиционной. В отличие от обычных солнечных батарей, теряющих мощность при сильном нагревании, особый генерирующий слой Solar Roof производит энергию с одинаковой силой при высоких и более низких внешних температурах.

Илон Маск прогнозирует, что стоимость такой крыши из солнечной черепицы будет как минимум сравнима со стоимостью обычной черепичной крыши, а возможно и ниже, при этом она высокопрочная, лёгкая и вырабатывает энергию, что может сделать её безусловным лидером на рынке вне конкуренции.

Другое полезное новшество принадлежит авторству британской компании Pavegen Systems Ltd – инновационная тротуарная плитка, производящая электроэнергию благодаря шагающим по ней пешеходам. Изготавливается такая плитка из переработанной резины от бывших автомобильных покрышек и полимерного бетона, что делает плитку водонепроницаемой и прочной, устойчивой к истиранию. Корпус плитки изготовлен из особой нержавеющей стали. Директора компании убеждён, что участие людей в процессе генерирования энергии имеет ключевой значение для получения

правильного продукта, поэтому в центре каждой плитки встроен светодиод, загорающийся при наступании на плитку. Когда нога человека нажимает на поверхность, верхняя грань прогибается на 5 миллиметров и заставляет интегрированный преобразователь генерировать электричество. Получаемая электроэнергия либо накапливается в аккумуляторе из лития для дальнейшего использования, либо может быть использована сразу же для питания освещения реклам, витрин, остановок и др. Первоначально у производителей была идея в питании фонарей вдоль дорог от энергии шагов пешеходов, а сейчас область применения выработанной энергии очень широка.

Логично, что данная технология лучше подходит для многолюдных пешеходных улиц мегаполисов. Данная технология является поистине технологией будущего, учитывая, что производится плитка из 100% из переработанного каучука для верхнего слоя и из 80% других переработанных материалов для нижнего. Система подходит не только для строительства новых пешеходных дорог, но и позволяет модернизировать существующие путём встраивания отдельных блоков в имеющееся дорожное покрытие. Пять плиток питают уличные фонари на протяжении всей ночи! В качестве эксперимента плитка была уложена в Лондоне перед крупнейшим городским торговым центром Европы - Westfield Stratford City и на нескольких многолюдных улицах в районе проведения олимпиады ещё в 2012 году, и за пару недель собрали 20 мегаджоулей электроэнергии, чего хватило для питания освещения столичных улиц.

Что касается широко используемых по всему миру ветрогенераторов, у специалистов давно поменялся взгляд на их внешний вид и систему работы в связи с громоздкостью и неудобством транспортировки и установки, однако отношение к безлопастным ветрогенераторам сохраняется довольно скептическое. Испанская компания Vortex Bladeless предложила модель безлопастных турбин, не уступающих по эффективности традиционным, при этом превосходящих их как по безопасности, так и по экономичности производства и по возможностям установки. В предложенной модели нет лопастей или каких-либо других вращающихся частей, генератор больше похож не на мельницу, а на биту для бейсбола, установленную вертикально. Принцип работы такого генератора не связан с порывами ветра. Он заключается в раскачивании вертикального генератора невидимыми вихрями воздуха, образующимися в форме цепочки позади цилиндрических объектов, обдуваемых газом или обтекаемых жидкостью в поперечном направлении. Данный феномен был объяснен ещё в 1912 году американским физиком и специалистом по аэродинамике и воздухоплаванию Теодором фон Карманом. Явление образования цепочек вихрей вокруг обдуваемой газом или обтекаемой жидкостью, вертикальной оси назвали в честь ученого «дорожкой Кармана». Это явление и положено разработчиками в основу уникального безлопастного ветрогенератора.

Стоимость производства ветряного генератора компании Vortex вдвое ниже стоимости лопастной турбины такой же мощности, при этом затраты на обслуживание ниже в пять раз. Кроме того, данный генератор работает тише, выделяет на 40% меньше газов и практически полностью безопасен для птиц. Но главное преимущество – в его компактности: нет необходимости выделять большую площадь под установку одного генератора (в случае с традиционными ветрогенераторами нужно учитывать необходимый минимум земли вокруг для размаха лопастей), а значит, можно поставить несколько генераторов близко друг к другу и получить более компактную электростанцию с более высоким процентом вырабатываемой энергии. Кроме того, при исследовании аэродинамики системы из двух своих ветрогенераторов, когда один стоит сзади другого, выявлено, что степень раскачивания сзади стоящего ещё выше за счёт повторного использования вихрей от первого.

Существуют ли компактные источники альтернативной энергии, использовать которые может любой из нас в ежедневном обиходе? Да. Технология разработана совсем недавно, однако опытные испытания показали потрясающий успех.

Руководитель коллектива физиков Стэнфордского университета Сяолинь Чжен с единомышленниками воспроизвели настоящие солнечные батареи-наклейки, ставшие результатом экспериментов с пленками оксида кремния и никеля нанометровой толщины. Основная отличительная особенность данных батарей в использовании подложек, которые могут изгибаться в разные стороны, а потому могут быть использованы на любых неровных поверхностях, например на гаджетах, раме велосипеда, предметах одежды и т.д. В отличие от традиционных солнечных батарей, которые работают только на очень ровных поверхностях с использованием подложек из таких гладких материалов, как стекло или кремний. В основе идеи солнечных батарей-наклеек

лежит отделение готовой батареи от кремниевой пластины, с последующим использованием любой подложки, независимо от ее плоскостности и жесткости.

По технологии, плёнка никеля очень маленькой толщины в 300 нм наносится на на пластинку из смеси оксида кремния и чистого кремния методом электронно-лучевого испарения. Далее на эту двухслойную структуру наносится активная часть тонкопленочной солнечной батареи и защитный слой из полимера, чтобы не допустить контакт активной части с водой. Далее к одному из краёв приклеивается термоскотч, пластинка помещается на водяную баню. Через несколько минут отделяется краешек скотча для проникновения молекул воды между никелем и пластинкой, затем от пластины отделяется вся плёнка. После этих манипуляций, плёнку можно наносить с помощью клеящего слоя на любую необходимую поверхность, а пластину можно использовать дальше, для изготовления следующей батареи-наклейки.

Прорывные технологии, безусловно, открывают путь к изменению отношения людей к энергии и позволяют уменьшить их зависимость от ископаемого топлива и электрических сетей. Хочется надеяться, что в ближайшем будущем достижения учёных выйдут за пределы исследовательских центров и будут внедрены в нашу обыденную повседневность. Возможно, таким образом люди перестанут неустанно тратить подходящие к концу запасы планеты и ответят благодарностью за её щедрость.

Библиографический список:

1. Безлопастные турбины - новый вид ветрогенераторов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://electrik.info/main/news/1235-bezlopastnye-turbiny-novyy-vid-vetrogeneratorov.html (дата обращения: 25.06.18)

2. Солнечная черепица Tesla [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://electrik.info/main/news/1195-solnechnaya-cherepica-tesla.html (дата обращения: 25.06.18)

3. Солнечные батареи в виде самоклеящейся пленки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://electrik.info/main/news/1085-solnechnye-batarei-v-vide-samokleyascheysya-plenki.html (дата обращения: 25.06.18)

4. Тротуарная плитка, генерирующая электроэнергию [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://electrik.info/main/news/1138-trotuarnaya-plitka-generiruyuschaya-elektroenergiyu.html (дата обращения: 25.06.18)

5. Уже почти четверть всей производимой на Земле электроэнергии приходится на возобновляемые источники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://itc.ua/news/pochti-chetvert-vsey-proizvodimoy-na-zemle-elektroenergii-uzhe-prihoditsya-na-vozobnovlyaemyie-istochniki/ (дата обращения: 25.06.18)

Никанин Андрей Игоревич
Nikanin Andrey Igorevich
Студент 3 курса Пензенского Государственного Университета, факультет приборостроения информационных технологии и электроники. г.Пенза

Суматохин Егор Дмитриевич
Sumatokhin Yegor Dmitrievich
Студент 2 курса Пензенского Государственного Университета, факультет приборостроения информационных технологии и электроники. г.Пенза

Логинов Максим Александрович
Loginov Maxim Alexandrovich
Студент 3 курса Пензенского Государственного Университета, факультет вычислительной техники. г.Пенза

УДК 681.5:004.8

РОБОТЕХНИКА СЕГОДНЯ

ROBOTICS TODAY

Аннотация: в данной статья освещаются основные виды роботехники, советы по выбору направления для детей, а также подробно рассматриваются новейшие разработки учёных в этой сфере.

Annotation: this article highlights the main types of robotics, tips for choosing the direction for children, and also examines in detail the latest developments of scientists in this field.

Ключевые слова: роботехника; робототехника; живые волокна; сверхчувствительные волокна; искусственная нервная система; искусственная кожа.

Keywords: robotics; robotics; living fibers; hypersensitive fibers; artificial nervous system; artificial leather.

Ни для кого не секрет, что за IT-сферой – будущее планеты. Процессы автоматизации производства и обслуживания только набирают обороты. Ещё недавно фразы вроде «скоро роботы заменят нас всех» произносились с юмором, сейчас же это никого не удивляет и не смешит – роботы уже взяли на себя столько ежедневных бытовых обязанностей среднестатистического горожанина, что без них просто не представить повседневность. Электронные книги, смартфоны, микроволновые печи, стиральные и посудомоечные машины, роботы-пылесосы и многие другие автоматизированные помощники, облегчающие жизнь – это далеко не предел разработок современности. Роботы постепенно заменяют людей на рабочих местах – сейчас уже известно, что Сбербанк планирует заменить три тысячи юристов умными машинами. Современные роботы могут быть невероятно сложными, приближёнными к человеку, с функционирующими нервной системой и органами, а могут быть и элементарными, которых успешно сконструируют даже дети.

Кружки по роботехнике среди детей в наши дни так же популярны, как в советское время хор или рисование. Родители могут заметить у ребёнка склонность к изучению этой науки ещё в младшей школе: для начала можно оценить, насколько успешно он справляется с набором конструктора, и если его это занятие увлекает – можно смело определяться с направлением. Существует три основных направления роботехники – конструирование, электроника и программирование. Каждая из них обширна и требует отдельного изучения. Простейшее конструирование из готовых деталей конструктора, а также из подручных материалов – поделок из бумаги, картона, бутылок – полезно как для развития мелкой моторики детей дошкольного и младшего школьного возраста, так и для развития понятия конструирования. Такие предметы и их свойства, как резистор, светодиод, конденсатор дети могут изучить уже в 8-9 лет и затем, применяя полученные из школьной программы по физике знания, конструировать первых линейных роботов, основная задача которых – движение по прямой линии, позже – повороты, ещё позже – подключение простых датчиков, например, для движения на свет. В 14-15 лет можно углубляться в программирование, алгоритмы, структуры хранения данных.

Особенностью использования роботехники является возможность её использования только в организованной среде. То есть, если успешно исследуемого в лаборатории робота выпустить в лес – он не сможет применить свой функционал. В этой связи очень перспективными являются разработки учёных по внедрению в роботов адаптационного к неорганизованной среде навыка. Уделяется особое внимания разработке методов зондирования, передвижения и манипуляции, которые обрабатывают всевозможные ситуации. Это очень сложная задача даже для человека. Смысл в том, что объект не адаптируется под существующую среду сам, а изменяет её таким образом, что в ней можно выполнить поставленные задачи. Например, оказавшись перед высокой стеной, человек может подставить лестницу и забраться наверх; для возможности заехать на лестницу с использованием коляски, организуются пандусы; элементарно приделывают ручку на крышку кастрюли и т.д. Если роботы будут обладать подобными возможностями, их эффективность значительно возрастёт.

В Лаборатории модульной робототехники университета штата Пенсильвания создан робот, состоящий из произвольного количества независимых кубиков на колесном ходу с магнитными защелками, которые можно прикрепить друг к другу в нескольких конфигурациях для формирования крупных роботов, обладающих расширенными способностями, в сравнении с любым одиночным модулем. Это полностью автономное поведение. Роботу ставится высокоуровневая задача – найти спрятанные объекты. Он не имеет чётких инструкций к действию, а вокруг размещаются пандусы и блоки, которые он использует по мере необходимости. В результате опытного запуска, робот залезает в закрытые ящики, поднимается по препятствиям наверх, отцепляет от себя небольшие части для возможности доступа в небольшие уголки и т.д., в результате выполняет задачу – находит и достаёт спрятанные объекты.

Вышеописанная разработка является всего лишь примером подобных исследований. В другой разработке группа роботов состоит из нескольких строительных моделей, которые изменяют препятствия так, чтобы робот-разведчик мог потом преодолеть их. В этом направлении существует много потенциальных возможностей, работа над реализацией продолжается.

Не так давно развиваемая область биогибридной робототехники предполагает использование живых тканей для создания роботов, в дополнение к металлу и пластику. Мышцы для таких роботов являются одним из потенциальных ключевых компонентов, обеспечивающих движения и функции. До недавнего времени внедрение искусственно созданных мышц в каркас робота вызывало сложности в связи с их недостаточным усилием и замедленным быстродействием. Однако учёные из Японии недавно представили миру своё открытие: метод, позволяющий объединять отдельные клетки в полностью функциональную мышечную ткань. Это позволило имитировать роботом действия человеческого пальца и говорить о возможности в недалёком будущем воспроизводить сложные мышечные взаимодействия, которые делают кисти, руки и другие части тела.

Достойна внимания интереснейшая разработка швейцарских учёных: супер-эластичные волокна из эластомера, включающие встроенные микроструктуры различных типов, например, электроды и нанокомпозитные полимеры, которые, таким образом, являются одновременно и материалом, и сверхчувствительными датчиками. Они выдерживают деформацию пятикратного объёма и восстанавливают первоначальную форму, обнаруживают малейшее давление, что делает их идеальным материалом для производства смарт-одежды и протезов, а также для создания искусственных нервов для роботов.

Для производства таких волокон используется процесс термической вытяжки (обычно использующийся для получения оптического волокна). Впервые данный метод применён к эластичным волокнам с помощью термопластичных эластомеров с высокой вязкостью при нагревании. Метод позволяет выпускать сотни метров сверхчувствительного волокна за совсем небольшое время. Потенциальное применение новинки рассматривается в сферах производства протезов, нервной системы роботов, новейших типов электроники.

Другая разработка, касающаяся создания искусственной нервной системы, принадлежит союзу американских и корейских учёных – это воспроизводство искусственных чувствительных нервных цепей, которые в будущем могут быть внедрены в покрытия для нейро-протезов и мягкую робототехнику. Искусственная нервная цепь состоит из трех интегрированных компонентов: сенсорный датчик может обнаружить незначительные усилия, гибкий электронный нейрон получает сигналы от датчика, а искусственный синаптический транзистор моделирует человеческие синапсы. Электронный нейрон доставляет сигналы к синаптическим транзисторам, которые спроектированы

так, чтобы иметь возможность учиться распознавать сигналы малой мощности на сенсорных входах и реагировать на них, основываясь на интенсивности и частоте сигналов, подобных биологическому синапсу.

Учёные из иного университета США разработали аналог настоящей кожи – «электронную кожу», имитирующую способности человеческого кожного покрова. Данная разработка получила название «эдермис» (от англ. electronic dermis, e-dermis – электронная кожа). Это новшество также предполагается использовать в производстве протезов, поскольку оно позволяет реагировать на внешние раздражители и чувствовать боль. Чувство боли важно, так как болевые рецепторы предохраняют нас от получения возможных повреждений (например, острого лезвия или раскалённой посуды). С одной стороны, такое чувство позволит сделать искусственную конечность практически живой, с другой – сохранять невредимым сам протез.

Прототип эдермиса – настоящая кожа человека – состоит из множества слоев рецепторов прикосновения из живых клеток; также и электронная кожа получила большое количество слоёв из пьезорезистивных и проводящих тканей. Эти слои помогают получать разные реакции на различные типы давления: передача ощущений является более быстрой и сильной при интенсивном воздействии, и замедленной и слабой при небольшом. Информация о раздражителях, исходящая от эдермиса, переводится в импульсы, очень напоминающие взаимодействие между собой настоящих нейронов. С помощью электрических стимуляций импульсы, подобные нейронным, передаются периферическим нервам в коже ампутированной конечности, вызывая чувство давления и боли.

В результате проведённого опыта, в котором принимал участие доброволец с ампутированной конечностью, было установлено, что передача определенного объема тока на определенной частоте не только возвращает человеку чувство осязания утраченной конечности, но и вызывает фантомные болевые ощущения (оценённой добровольцем на 3 балла из 10). Последующие тесты показали, что человек способен не только осязать объект, с которым он проводит манипуляции с помощью искусственного протеза, вызывающего у него чувство фантомной конечности, но также различать является ли объект, например, круглым или острым. В дополнении к этому протез был запрограммирован на болевые «ощущения», чтобы автоматически отпускать острый объект при определении этого чувства.

Очевидно, что возможность испытывать тактильные ощущения позволяет роботам более эффективно адаптироваться к работе с различными объектами и справляться с более широким спектром задач. Разработки подобного уровня, несомненно, важны для науки, развития и прогресса. Однако, хочется надеяться, что полная замена людей роботами всё-таки не произойдёт.

Библиорафический список:

1. Исследователи из Стэнфорда создают искусственную нервную систему для роботов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.robogeek.ru/nauchnye-razrabotki-programmnoe-obespechenie/issledovateli-iz-stenforda-sozdayut-iskusstvennuyu-nervnuyu-sistemu-dlya-robotov (дата обращения: 24.06.18)

2. Простые роботы изменяют среду для выполнения сложных задач [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.robogeek.ru/nauchnye-razrabotki-programmnoe-obespechenie/prostye-roboty-izmenyayut-sredu-dlya-vypolneniya-slozhnyh-zadach (дата обращения: 24.06.18)

3. Ученые разработали электронную кожу, позволяющую через протез чувствовать боль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://hi-news.ru/technology/uchenye-razrabotali-elektronnuyu-kozhu

4. Эластичные волокна обещают революционизировать носимую электронику [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.robogeek.ru/nauchnye-razrabotki-programmnoe-obespechenie/elastichnye-volokna-obeschayut-revolyutsionizirovat-nosimuyu-elektroniku (дата обращения: 24.06.18)

5. pozvolyayushhuyu-cherez-protez-chuvstvovat-bol.html (дата обращения: 24.06.18)

Научное издание

Коллектив авторов

ISSN 2500-1140

Техниконаучный журнал «Техноконгресс»

Кемерово 2018