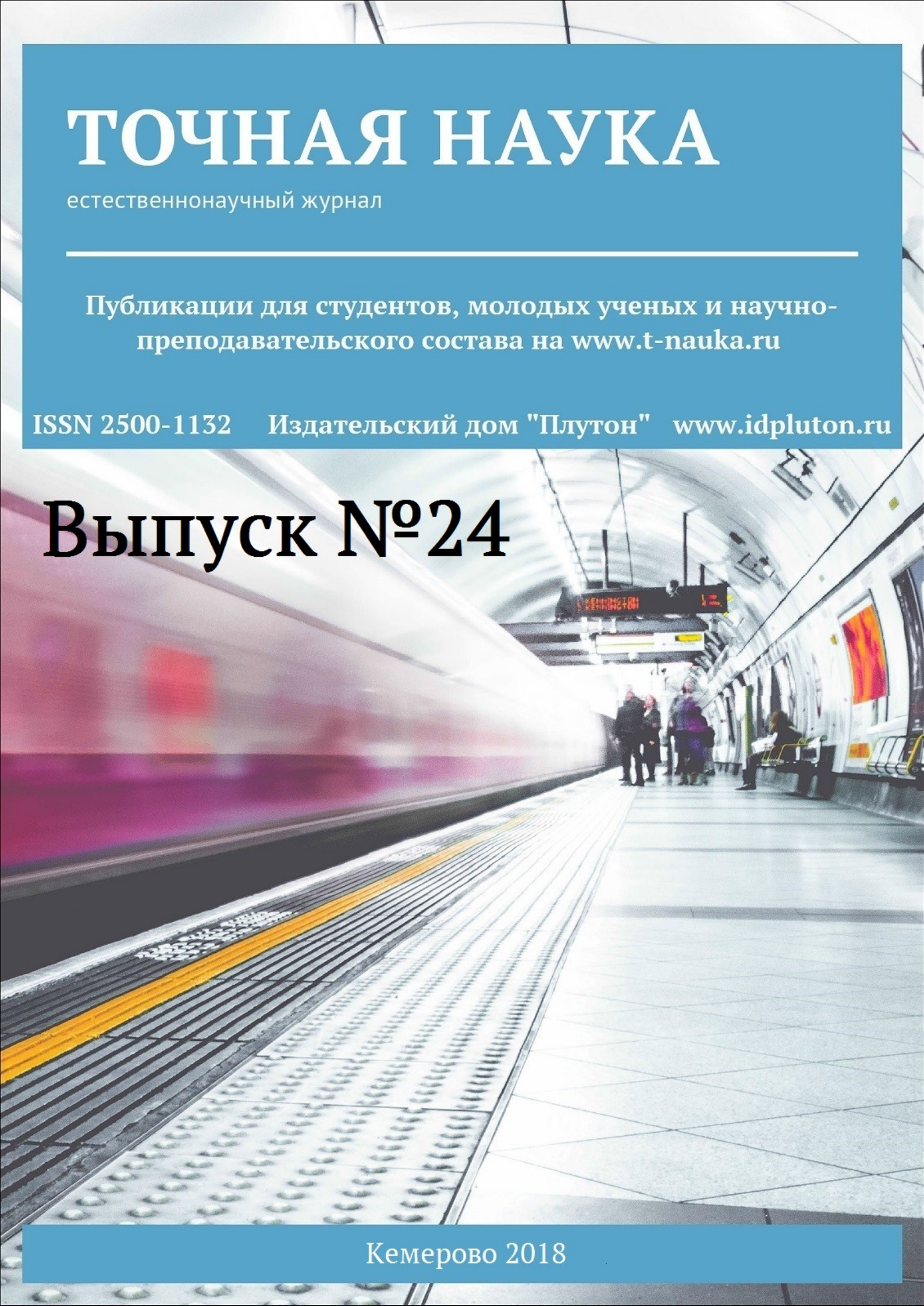
ТОЧНАЯ НАУКА

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 №24

Кемерово 2018

30 апреля 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 30.04.2018 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. О ПРИМЕНЕНИИ ГАЗОВЫХ ИНФРАКРАСНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ……3
Куриленко Н.И., Хаутиева Л.Г., Кичаков А.А.

2. ВЛИЯНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОДОРОДНОЙ ПЛАЗМЫ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ……...6
Жорин П.В., Шаповал С.Ю.

3. ИОНИЗАТОР ВОЗДУХА ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ……..10
Ахмедов А.П., Худойберганов С.Б.

4. ГЛОБАЛЬНЫЕ ТОКИ ЗЕМЛИ……...13
Тажибаев К.Т., Омуркулов Т.А.

5. ПРИМЕНЕНИЕ КОНТРОЛИРУЕМОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В ERDAS IMAGINE……...20
Зарытовский А.А.

6. НОВАЯ ФИЗИКА ИЛИ КАК ОБРАЗОВАЛОСЬ ВСЕЛЛЕННАЯ……25
Керимов В.Н.

7. СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ФИЛИАЛЕ ФБУЗ «ЦЕНТР ГИГИЕНЫ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ В ХМАО-ЮГРЕ В ГОРОДЕ НИЖНЕВАРТОВСКЕ И НИЖНЕВАРТОВСКОМ РАЙОНЕ, В ГОРОДЕ МЕГИОНЕ И В ГОРОДЕ РАДУЖНОМ»……30
Фомин И.И.

8. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ БЛОКИРОВОК ДИФФЕРЕНЦИАЛОВ С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ МЕХАНИЗМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ БЛОКИРОВКИ ДИФФЕРЕНЦИАЛА ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ……..34
Науменко П.П., Ефимов А.В., Киреев С.О.

9. КРАТКИЙ ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ ХОДОВОЙ ЧАСТИ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН……..39
Гладков Р.В., Пархоменко А.В., Кудрявцев В.И., Зарайский Д.А.

10. ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ДЛЯ ОДНОЙ КВАЗИЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ……42
Таттибеков К.С.

11. КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР……46
Щетинина Н.Е.

12. ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УСТРОЙСТВ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ В ГОРОДСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 6-35 КВ. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПО ВЫБОРУ РЕЗИСТОРА В НЕЙТРАЛИ.....49
Бастрыкин К.В., Дитятев Д.С.

13. ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОТРАНСИВЕРОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МАКЕТА ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ……52
Жарова А.С., Тришин А.А.

14. ПРОБЛЕМЫ ОБРАБОТКИ МАЛОГАБАРИТНЫХ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ……..56
Шаткова Д.Е., Крутякова М.В.

15. РАЗЛИЧНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ОПРЕДЕЛИТЕЛЯ ВРОНСКОГО……..60
Шумилина М.А.

16. СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ АВТОМОБИЛЯ В БОЕВЫХ УСЛОВИЯХ……..65
Кудрявцев В.И., Гладков Р.В., Есин А.В.

17. ЯДЕРНЫЕ СИСТЕМЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ……..68
Калин Д.И.

18. КЛАССИФИКАЦИЯ СОБЫТИЙ……..72
Муратова Б.Б.

19. ПРОВЕРКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ…..……..75
Муратова Б.Б.

Куриленко Николай Ильич
Kurylenko Nikolai Ilyich
Кандидат физико-математических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, России

Хаутиева Лемка Гаруновна
Khautieva Lemka Garunovna
Магистр 2 курса кафедры ТГВ ФГБОУ ВПО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия

Кичаков Алексей Андреевич
Kichakov Alexey Andreevich
Магистр 2 курса кафедры ТГВ ФГБОУ ВПО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия

УДК 658.264

О ПРИМЕНЕНИИ ГАЗОВЫХ ИНФРАКРАСНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

ON THE APPLICATION OF GAS INFRARED EMITTERS

Аннотация: статья посвящена альтернативным источникам теплоснабжения - газовым инфракрасным излучателям в производственном помещении.

Annotation: the article is devoted to alternative sources of heat supply - gas infrared emitters in the production room.

Ключевые слова: альтернативные источники теплоснабжения, газовые инфракрасные излучатели

Key words: alternative sources of heat supply, gas infrared emitters

Значительная часть всего энергопотребления планеты приходится на промышленные объекты (как на сам производственный процесс, так и на обогрев промышленных комплексов, занимающих огромные площади). Но тепловая энергия достаточно часто расходуется не эффективно. Снижение потребления энергии, повышение энергоэффективности зданий и создание теплового комфорта в них [1, 2] становятся всё более актуальными задачами в современном мире [3, 4]. Вопросам экологии окружающей среды и снижению антропогенных выбросов в последние годы уделяется большое внимание [5-7]. Но борьба с глобальным потеплением эффективна лишь при значимой экономии тепловой и электрической энергии.

Тепло - одна из самых важных составляющих комфортного климата. Производительность труда напрямую зависит от комфортных микроклиматических условий на рабочем месте.

Из-за несовершенства систем отопления зданий, особенно производственных, имеет место значительный (в ряде случаев до 50%) перерасход топлива и неудовлетворительные условия теплового комфорта в помещениях. Многолетняя практика показывает, что традиционные конвективные системы отопления не способны эффективно обогревать помещения периодического и кратковременного использования; помещения с частично используемой площадью; помещения значительной высоты; помещения, удалённые от тепловых сетей, а также открытые и полуоткрытые площадки в силу присущего им ряда принципиальных недостатков. Как один из выходов из создавшейся ситуации в настоящее время повышенное внимание стало уделяться и системам лучистого обогрева производственных помещений [8], т.к. эффективность таких систем отопления по сравнению с традиционным конвективным, воздушным и водяным постоянно подтверждается [9]. С применением газовых инфракрасных излучателей в помещениях с высотой потолка от 4 м и выше существует возможность очень существенно, до 50 %, а в некоторых случаях и до 70% [10], сократить эксплуатационные затраты на энергоносители.

«Отопление» производственных помещений инфракрасными излучателями до сих пор считается нетрадиционным, хотя этот способ уже получил широкое распространение в России. Скорее всего, такой способ отопления ещё долго будут называть нетрадиционным, так как основное назначение инфракрасных излучателей – обогрев. Обогрев рабочих зон, а не помещений в целом.

Данная статья освящена основным принципам работы лучистого отопления на примере газовых инфракрасных излучателях.

Разработан и опубликован целый ряд стандартов по критериям выбора параметров систем лучистого обогрева (например, ISO 11855-1:2012(E) [11]). Но решение задач создания оптимальных условий микроклимата в рабочей зоне промышленного помещения и экономии топливно-энергетических ресурсов при использовании газовых инфракрасных излучателей (ГИИ) неразрывно связано с необходимостью изучения и анализа [12-15] процесса сложного теплопереноса в областях с многослойными ограждающими конструкциями, кровлей и габаритным оборудованием и условий теплоотвода по всем границам области нагрева [16].

Инфракрасное (лучистое) отопление основано на принципе теплового излучения. Тепловое излучение — это переход тепла от тела с более высокой температурой к телу с более низкой. Количество переданного тепла зависит от физических свойств самих тел, их взаимного расположения, температуры их поверхностей и т.д.

Примером передачи тепла от одного тела другому посредством излучения представляют собой Солнце и Земля (рисунок 1). Тепло, излучаемое Солнцем, проходит через космический вакуум и атмосферу, достигает поверхности Земли и нагревает ее именно в результате излучения. Более нагретое тело излучает тепловую энергию, поглощаемое более «холодным» телом, вследствие чего их температурные параметры пытаются уравновеситься в системе.

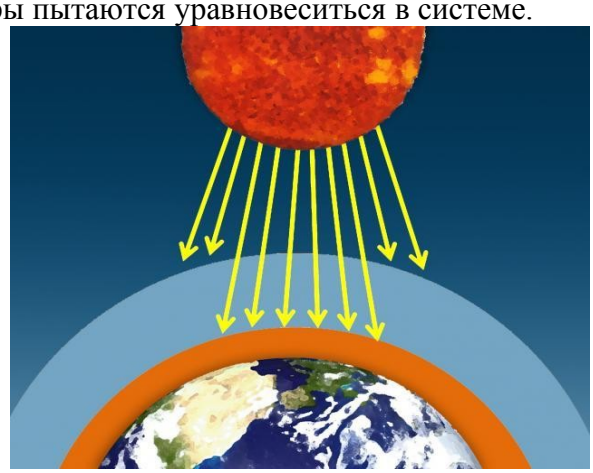


Рисунок 1 – Солнце – наше всё

Установлено, что применение инфракрасного отопления благоприятно сказывается на человеке. При определенной интенсивности теплового потока его воздействие вызывает приятное тепловое ощущение. При лучистом обогреве человеческое тело отдает часть избыточного тепла путем конвекции окружающему воздуху, имеющему, как правило, более низкую температуру. Такая форма теплоотдачи действует освежающе и благоприятно влияет на самочувствие. Отметим, что при лучистом обогреве приятное тепловое ощущение не зависит от холодной стены [17].

Развитие теплотехники создаёт реальные предпосылки использования для обеспечения теплового режима промышленных объектов новых технических устройств, систем и технологий. В настоящее время становится целесообразной установка энергоэффективных автономных систем лучистого отопления в общественных и промышленных зданиях.

Следует отметить, что в настоящее время отсутствует единая классификация инфракрасных излучателей, что затрудняет их выбор и оценку эффективности систем лучистого отопления. Не существует также более или менее общепринятых методов расчёта радиационных систем отопления, которыми могли бы пользоваться разработчики проектов при формировании микроклимата промышленных объектов. Отсутствует также нормативно техническая документация на строительство и эксплуатацию данных систем отопления, закрепленном на законодательном уровне.

Системы обогрева с газовыми инфракрасными излучателями относятся к категории систем лучистого обогрева, обеспечивающих формирование микроклимата за счет прямого теплового излучения и вторичного излучения от нагретых поверхностейпола и оборудования, и представляют собой один из наиболее совершенных, как с точки зрения возможности обеспечения требуемых параметров теплового режима, так и с точки зрения экономической эффективности, способов отопления помещений и зданий различного назначения. При обогреве отдельных рабочих мест и зон,

открытых и полуоткрытых площадок применение лучистых систем практически не имеет альтернативы, рисунок 2.

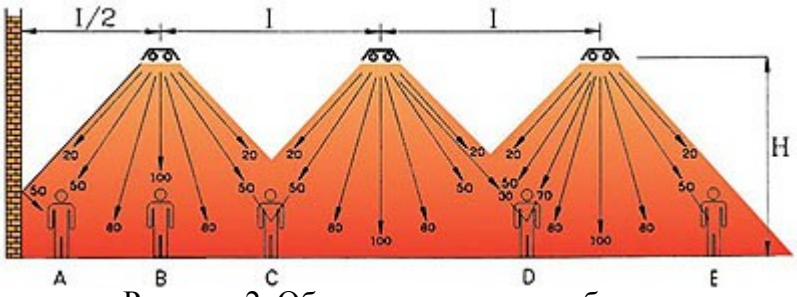


Рисунок 2. Обогрев отдельных рабочих мест и зон

Из выше изложенного следует, что для проектирования и эксплуатации оборудования альтернативных источников теплоснабжения осталось много неизученных факторов. При этом данное направление очень перспективное в связи с увеличением стоимости тепловой энергии, вырабатываемой на тепловых энергоцентралях.

Библиографический список:

1. Wenjie Ji, Bin Cao, Maohui Luo, Yingxin Zhu, Influence of short-term thermal experience on thermal comfort evaluations: A climate chamber experiment // Building and Environment 114 (2017) 246-256.

2. DavideAstiaso Garcia, Can radiant floor heating systems be used in removable glazed enclosed patios meeting thermal comfort standards? // Building and Environment, Volume 106, September 2016, Pages 378–388.

3. L. De Boeck, S. Verbeke, A. Audenaert, L. De Mesmaeker, Improving the energy performance of residential buildings: A literature review // Renewable and Sustainable Energy Reviews 52 (2015) 960–975.

4. IEA EBC, Annex 56; Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19May 2010 on the energy performance of buildings (recast).

5. B. Lin, X. Ouyang, Analysis of energy-related CO2 emissions and reduction potential in the Chinese nonmetallic mineral products industry, Energy 68 (2014) 688–697.

6. F. Kesicki, Costs and potentials of reducing CO2 emissions in the UK domesticstock from a systems perspective, Energy Build. 51 (2012) 203–211.

7. UNFCCC. Kyoto Protocol. Retrieved 15.04.13, from United Nations Framework Convention on Climate Change: ⟨http://unfccc.int⟩; 2013.

8. Ициксон, Б.С. Инфракрасные газовые излучатели / Б.С. Ициксон, Ю.Л. Денисов. - М.: Недра, 1969. – 277 с.

9. Z. Tian, J.A. Love, Energy performance optimization of radiantslabcool in guessing building simulation and field measurements, EnergyBuild. 41 (2009) 320–330.

10. Краснощек, Б.Н. Приручённое солнце: водяные потолочные панели лучистого отопления «Панель» / Б. Н. Краснощек// Энергосбережение. – 2017. - № 1.С.20 – 21.

11. ISO 11855, Building Environment Design-Design, Dimensioning, Installation and Control of Embedded Radiant Heating and Cooling Systems, 2012.

12. XiaojingMeng, Yi Wang, Tiening Liu, Xiao Xing, Yingxue Cao, Jiangping Zhao, Influence of radiation on predictive accuracy in numerical simulation sof the thermal environment in industrial buildings with buoyancy-driven natural ventilation // Applied Thermal Engineering 96 (2016) 473–480.

13. P. Rohdin, B. Moshfegh, Numerical modelling of industrial indoor environments: A comparison between different turbulence models and supply systems supported by field measurements // Building and Environment, Volume 46, Issue 11, November 2011, Pages 2365–2374.

14. Xiaoling Ouyang, Boqiang Lin, Analyzing energy savings potential of the Chinese building materialsindustry under different economic growth scenarios // Energy and Buildings 109 (2015) 316–327.

15. E. Rebollo, C. A. Platero, F. R. Blanquez, F. Blazquez, J. A. Gaonab, Energy, materials and person-hour savings through a new decentralized power supply for HVAC in large buildings. A case study: A shopping center in Spain. // Procedia Computer Science 83 (2016) 886 – 893.

16. K. Chow, A.E. Holdo, On the influence of boundary conditions and thermal radiation on predictive accuracy in numerical simulations of indoor ventilation // Building and Environment, Volume 45, Issue 2, February 2010, Pages 437–444.

17. Мачкаши, А. Лучистое отопление / А. Мачкаши, Л. Банхиди. - пер. с венгерского В.М. Беляева, под ред. В.Н. Богословского и Л.М. Махова. - М.:' Стройиздат. 1985. -464 с.

Жорин Павел Викторович
К.т.н., научный сотрудник, института проблем технологии микроэлектроники РАН
E-mail:zhorin@ipmt.ru
Шаповал Сергей Юрьевич
Зав. лаб., к.т.н., института проблем технологии микроэлектроники РАН

Zhorin P.V.
Institute of Microelectronic Technology, Russian Academy of Sciences,
Chernogolovka, Moscow district, 142432, Russia
E-mail:zhorin@ipmt.ru
Shapoval S.Yu.
Institute of Microelectronic Technology, Russian Academy of Sciences

УДК 661.96

ВЛИЯНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВОДОРОДНОЙ ПЛАЗМЫ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

INFLUENCE OF THE HYDROGEN PLASMA ON THE ELECTRICAL PROPERTIES SOLAR CELLS

Аннотация: Эффективность технологии водородной пассивации материалов фотовольтаики позволяет улучшать их качество. ЭЦР плазменный реактор использовался для водородной пассивации солнечных элементов. Эффективность их после обработки увеличивается на 1,5 – 2%. В результате показано, что данная технология позволяет воспроизводимо проводить водородную пассивацию СЭ.

Abstract: The effectiveness of manufacturable hydrogen passivation technologies is investigated for their ability to improve the quality of a promising Si photovoltaic material. ECR- plasma rector is used for hydrogen passivation of the solar cells. Efficiency of the photovoltaic material increase on the 1,5 -2 %/. The results indicate that the hydrogen passivation of the solar cells can be accurately followed with this technique.

Ключевые слова: водородная пассивация, ЭЦР – плазма, солнечные элементы

Keywords: hydrogen passivation, ECR- plasma, solar cells.

Введение

Подавляющее большинство промышленных солнечных элементов (СЭ) производят на основе монокристаллического кремния. Серийные кремниевые элементы обладают к.п.д. около 19%, а рекордные образцы полученные в лабораторных условиях имеют около 24% эффективности[1]. Стоимость солнечных батарей определяется в основном ценой «солнечного» кремния.

Хорошо известно, что водород эффективно пассивирует структурные дефекты в кремнии [2]. При обработке монокристаллического кремния , легированного акцепторными примесями (B, AL, Ga, In, Tl), в водород-содержащей плазме, парах воды или водных растворах при температурах 65 – 200 ^{o}C наблюдается изменение электрических характеристик[3,4]. Для описания влияния водорода в дырочном кремнии предложен ряд моделей, в которых учитывались различные зарядовые состояния атомов H в Si [5] , взаимодействие атомов H с атомами легирующей примеси [6], образование молекул водорода H_2 [7], многократный захват атомов H на акцепторы [7], а также образование нейтральных комплексов с вакансиями и радиационными дефектами [8]. Нанесение на СЭ антиотражающего покрытия из нитрида кремния плазменным методом и при последующей термообработки улучшение их эффективности объясняют диффузией водорода в объем кремния из пленокSiN:H [9].

В данной работе мы исследовали воздействие водородной плазмы на серийные солнечные элементы. Особое внимание было уделено образцам с пониженными электрическими характеристиками. В процессе производства солнечных батарей они попадают в брак, что увеличивает издержки производства и в конечном счете возрастает цена на конечный продукт. Мы

показали ,что обработка в водородной ЭЦР плазме, при определенных условиях, приводит к увеличению плотности тока короткого замыкания и в итоге возрастает к.п.д. СЭ.

Эксперимент

В настоящей работе изучалось воздействие водородной плазмы на электрические свойства солнечных элементов (СЭ). Плазма генерировалась в условиях близких к электронно-циклотронному резонансу (ЭЦР) в резонансной камере СВЧ излучением. В качестве источника энергии взят магнетрон мощностью 300 Вт с рабочей частотой 2,45 ГГц. Для поддержания ЭЦР условий, в реакторе создавалось постоянное магнитное поле 870 Гс. Плазмообразующим газом служил чистый водород. Подогрев образцов в процессе водородной пассивации производился резистивным нагревателем вплоть до температуры 300^{o}C.

Водородную обработку и измерения электрических характеристик проводили на чипах фотоэлектрических преобразователей, используемых в серийном производстве солнечных батарей. СЭ изготовлены из монокристаллического кремния р-типа ориентации (100), легированные фосфором с лицевой части. Площадь их составляла около 4 см ^{2}. Металлизация лицевой стороны была в виде гребенки, коэффициент заполнения которой составлял около 10%. На тыльную сторону наносился сплошной слой алюминия.

Нагрузочные вольтамперные характеристики (ВАХ) солнечных элементов снимали в условиях АМ 1,5 .

Результаты и обсуждение

На рис.1 показана зависимость плотности тока короткого замыкания СЭ от времени водородной пассивации в ЭЦР плазме. Видно, что плотность тока возрастает со временем и выходит на насыщение после 15 мин обработки.

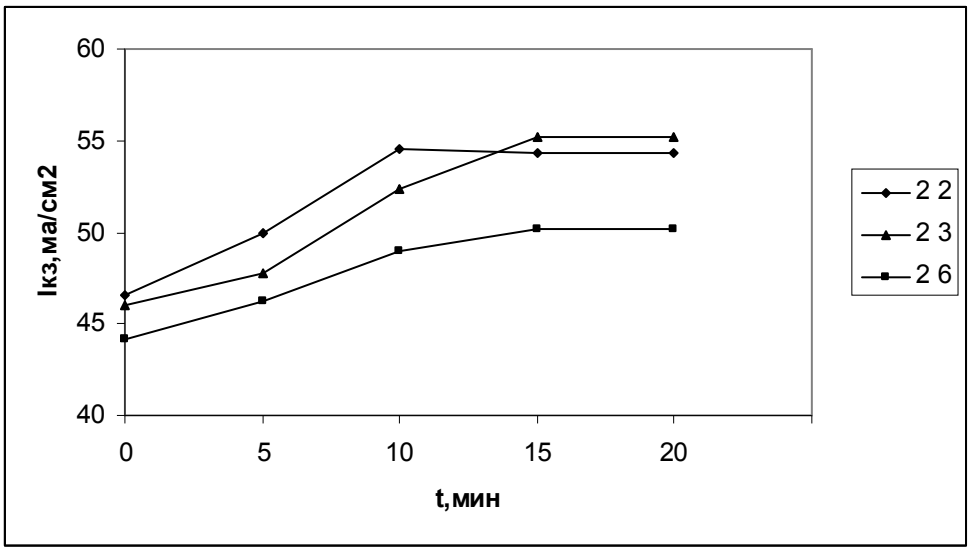


Рис.1 Зависимость Iкз от времени водородной пассивации

Дальнейшее увеличение времени не приводит к существенным изменениям электрических характеристик СЭ. Время пассивации 15 мин принято оптимальным для данного процесса.

Процесс ЭЦР-плазменной обработки является низкотемпературным, образцы практически не нагреваются. Для стимулирования термоактивированных процессов мы резистивно нагревали образцы. На рис.2 показана зависимость плотности тока короткого замыкания от температуры подогрева Тпод образцов в процессе обработки в водородной плазме.

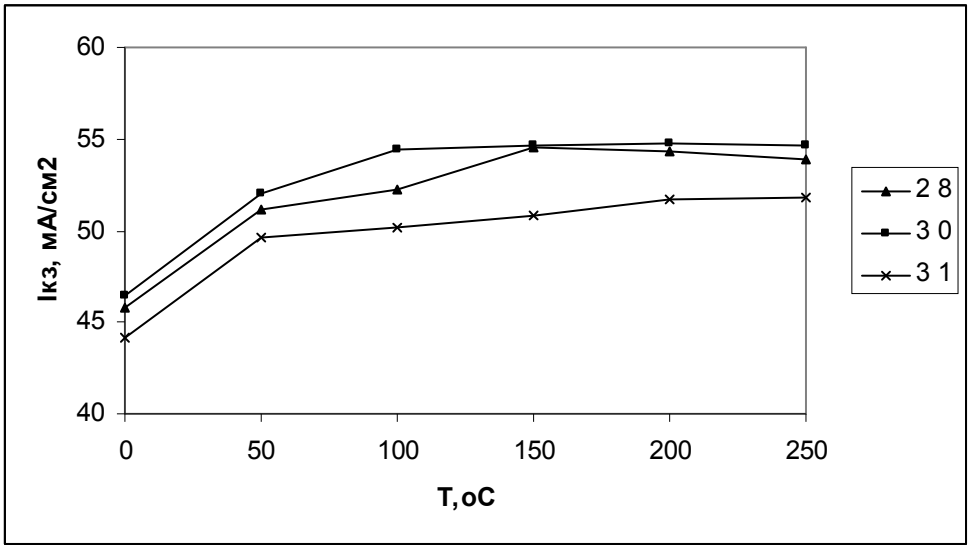


Рис2 Зависимость Iкз от температуры Т

С возрастанием температуры до 150 ^{0}С Iкз растет во всех исследованных образцах и достигает своего максимума. Выше данной температуры происходит насыщение и дальнейшее повышение Тпод не приводит к изменению Iкз,а на некоторых образцах к его уменьшению

Таблица1

	начальные параметры					
№обр.	Iк з,А	Uxx,B	Im,A	Um,B	FF,%	к.п.д.
6	0,091	0,563	0,08	0,463	72,1	9,29
8	0,093	0,568	0,084	0,466	73,9	9,73
11	0,111	0,578	0,091	0,479	74,1	12,21
12	0,106	0,59	0,095	0,482	75,6	12,41
15	0,103	0,586	0,088	0,49	69,8	10,65
17	0,086	0,558	0,08	0,458	70	8 ,87
18	0,088	0,561	0,078	0,465	71,1	9,1
20	0,094	0,568	0,084	0,467	74,2	9,81
	после водородной пассивации					
6	0,101	0,571	0,092	0,466	72,4	11,2
8	0,102	0,571	0,092	0,47	73,9	11,45
11	0,119	0,582	0.096	0,484	74,1	12,87
12	0,116	0,59	0,095	0,492	76,4	13,2
15	0,111	0,59	0,094	0,498	74,6	12,85
17	0,98	0.57	0,086	0,46	69,2	10,98
18	0,99	0,57	0,088	0,462	70,3	11,22
20	0,102	0,572	0.088	0,472	72,4	11,45

В таблице 1 приведены результаты измерений нагрузочных характеристик СЭ снятых в условиях АМ 1,5. Водородная пассивация в ЭЦР плазме приводит к росту эффективности на всех исследуемых образцах. Более того, образцы имеющие более низкие начальные характеристики показывают более значительный рост к.п.д. в процентном отношении. Низкие начальные параметры указывают на наличие значительного количества электрически активных дефектов в исходном кремнии уменьшающих время жизни неосновных носителей. Обработка в водородной плазме образцов СЭ приводит к пассивации таких дефектов и повышает их электрические характеристики до уровня «хороших» солнечных элементов.

Заключение

Нами разработана лабораторная технология повышения качества серийных солнечных элементов. Определены технологические параметры ЭЦР-плазменной обработки образцов СЭ при

которых повышается их эффективность (к.п.д.) на 1,5 – 2%. Важно подчеркнуть, что образцы с низкими электрическими характеристиками показывают более значительный рост эффективности. Данная технология показывает возможность использования низкокачественных кристаллов кремния в СЭ, что позволит снизить цену солнечных батарей.

Библиографический список:

1. Green M.A., Emery K., Hishikava Y., Warta W. Progress in Photovoltaic: Research and Application. 2008; 16; p.p. 435- 440

2. Pearton S J, Corbett J W and Shi T S 1987 Appl. Phys. A **43** 153

3. Pankove J I and Johnson N M (ed) 1991 Hydrogen in Semiconductors (Semiconductors and Semimetals vol 34) (Boston, MA: Academic)

4.Ohmura Y., Abe M., Ohtaka M., Kimoto A. Mater. Sci. Forum. 1997. 185. p.p. 258 - 263

5.Mathiot. Phis.Rev. B, 1989, 4 , p.p. 5867 – 5871

6. Nazarov AN, Pinchuk VM, Lysenko VS,Yanchuk TV, Ashok S. Phys.Rev.B. 1998, 58 (7): p.p. 3522-3525.

7.Borenstein J.T., Corbett J.W., Pearton S.J. J.Appl/Phis., 1993,55, p.p.2751-2754

8. Feklisova O.V., Yarykin N. Semicond.Sci. Techn., 1997,12, p.p. 742 – 745

9.Terry M., Inns D., Aberle A. Advances in OptoElectronics, 2007, ID 83657, p.p. 1- 11

Ахмедов Абдурахмон Паттахович
Akhmedov Abdurakhmon Pattakhovich
кандидат физико – математических наук, доцент, кафедра естественные науки

Худойберганов Сардорбек Баходирович
KHudojberganov Sardorbek Bakhodirovich
ассистент, кафедра естественные науки;
Ташкентский институт по проектированию, строительству и эксплуатации автомобильных дорог,г. Ташкент, Республика Узбекистан. E-mail: sarrux@inbox.ru

УДК 62-784.43

ИОНИЗАТОР ВОЗДУХА ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ

IONIZATOR AIR FOR CARS

Аннотация: В настоящее время большее внимание уделяется исследованиям по разработке ионизаторов воздуха. Загрязнение воздуха в салонах всех автомобилей очень высокое. Обычные салонные фильтры защищают только от пыли или, в лучшем случае, от запаха, все остальные вредные вещества попадают в салон без задержек. Поэтому необходима дополнительная искусственная ионизация воздуха с помощью ионизаторов. Ионизаторы работают или на высоком с коронным разрядом на электродах, или от источника ионизирующего излучения на ультрафиолетовом излучении, или на радиоактивных изотопах. Предлагается ионизатор воздуха для автомобилей, состоящей из следующих основных элементов: аккумуляторная батарея, генератор импульсов, катушка зажигания и ионизирующей камеры. Этот ионизатор работает следующим образом: постоянное напряжение от АКБ – подводится к генератору импульсов, которое вырабатывает импульсы прямоугольной формы, затем эти импульсы поступают в первичную обмотку катушки зажигания. Во вторичной обмотке катушки зажигания индуктируется ЭДС, где напряжение может достигать до 20 кВ. Затем это высокое напряжение подается к электродам ионизирующей камеры, для зажигания искрового разряда.

Annotation: At present greater attention is spared studies on development ионизаторов air. Soiling the air in salon of all cars very high. The Usual salon filters protect from dust only or, at the best, from scent, all rest bad material fall into salon without delay. So necessary additional artificial ionizing the air by means of ionizers. Ionizatory work either on high with crown category on electrode, or from the source ionizing radiations on ultraviolet radiation, or on radioactive isotope. ionizer Air is Offered for cars, consisting of the following main element: storage battery, pulser, spool of the ignition and ionizing cameras. This ionizer works as follows: constant voltage from AKB - is to pulser, which works out the pulses of the square-wave form, then these pulses enter in primary winding of the spool of the ignition. In secondary winding of the spool of the ignition is inducted EDS, where voltage can reach before 20 sq. Then this high power is given to electrode ionizing cameras, for lighting spark category.

Ключевые слова: воздух, ионизатор, аэроионизатор, ион, электрон, электрод, напряжение, разряд, аэроионы.

Keywords: the air, ionizer, aeroionizer, ion, electron, electrode, voltage, category, air ions.

Введение

Живой воздух содержит отрицательно заряженные ионы – это молекулы-доноры, имеющие в запасе свободный электрон. Такой воздух встречается в горах, у моря, возле водопадов, в лесах. Если же в воздухе преобладают положительные ионы– молекулы-вампиры, которым электрона недостает, тогда воздух становится даже не просто мертвым, а конкретно агрессивным. Свободные радикалы отнимают у клеток энергию и ускоряют старение организма, в противоположность антиоксидантам, которые дают энергию и омолаживают. Загрязнение воздуха в салонах всех автомобилей очень высокое. Обычные салонные фильтры защищают только от пыли или, в лучшем случае, от запаха, все остальные вредные вещества попадают в салон без задержек. Электросистемы, а так же системы отопления, вентиляции и кондиционирования в автомобилях, аналогично, убивают живые отрицательные ионы. Более того, во время движения трение о воздух создает на корпусе положительный заряд, который притягивает к себе остатки отрицательных ионов. В результате,

водитель и пассажиры получают передозировку положительных ионов. А поскольку повышенная концентрация положительных ионов влияет на вероятность аварий.

Ионизаторы работают или на высоком напряжении (несколько тысячи вольт) с коронным разрядом на электродах, или от источника ионизирующего излучения на ультрафиолетовом излучении, или на радиоактивных изотопах.

Поток ионов достигает зачастую 1 μA, что соответствует нескольким миллиардам ионов в секунду. Основными частями аэроионизационных установок являются ионизирующие электроды и источники высоковольтного питания аэроионизаторов, устройства автоматики и техники безопасности. Ионизирующие электроды бывают двух типов: игольчатые (остриевые) и проволочные.

Было создано большое количество аэроионизаторов различных типов, к ним относятся:

— термоэлектронные аэроионизаторы;
— радиоизотопные аэроионизаторы;
— радиоактивные аэроионизаторы;
— фотоэлектрические аэроионизаторы;
— гидродинамические аэроионизаторы (гидроаэроионизаторы);
— коронные (эффлювиальные) аэроионизаторы.

Ионизаторы на коронном разряде оснащены заострёнными электродами, которые посредством коронного разряда и электростатической эмиссии образуют ионы в непосредственной близости от электродов. Данные приборы бывают двух типов:

- нерегулируемые — работают в постоянном режиме и бесконтрольно образуют новые ионы;
- регулируемые — изменяют напряжение на электродах в зависимости от электрического поля в окружении.

Оба типа ионизаторов применяются как для получения определённого заряда, так и для отвода или предотвращения нежелательных электростатических зарядов. Чтобы получить возможность располагать ионизаторы на возможно большем расстоянии к разряжаемой (заряжаемой) поверхности (до 2 м), они снабжаются воздуходувами (внешними или встроенными) — таким образом, ионизированный воздух, а с ним и электрический заряд, подводится к нужному месту (например, в печатных станках). Коронарные ионизаторы зачастую выполняются в виде гребёнчатых реек; они получают питание от источников переменного или постоянного тока. При подключении к переменному току подключаются все наконечники гребёнок; при постоянном токе к соседним наконечникам подводят напряжение разных знаков.

Ионизаторы подразделяются на два следующих типа, в зависимости от того, какие виды аэроионов они способны генерировать:

Униполярные ионизаторы – вырабатывают только отрицательно заряженные аэроионы; Биполярные ионизаторы – вырабатывают и отрицательно, и положительно заряженные аэроионы.

Аргументация производителей ионизаторов воздуха сводится к тому, что чистый природный воздух содержит больше отрицательных ионов (на природе, особенно в горах, лесах, вблизи водопадов). Пыль, копоть, дым, пыльца растений, бактерии, аллергены и все твёрдые частицы воздуха заряжаются под воздействием ионизатора воздуха и начинают медленно дрейфовать к плюсовому электроду, в качестве которого выступают стены, потолок, пол, где и оседают. Все то, что оседает на стены, потолок, пол, предметы, без ионизатора воздуха находится в воздухе, и человек это вдыхает. Ионизация воздуха инициирует реакции осаждения зловонных газов и аэрозолей. Так, сосуд, наполненный дымом, внезапно делается совершенно прозрачным, если внести в него острые металлические электроды, соединенные с электрической машиной, а все твёрдые и жидкие частицы будут осаждаться на электродах. Объяснение опыта заключается в следующем: как только между электродами зажигается коронный разряд, воздух внутри трубки сильно ионизируется. Ионы воздуха заряжают частицы пыли. Заряженные частицы пыли движутся под действием поля к электродам, где и оседают.

Согласно санитарно-гигиеническим нормам допустимых уровней ионизации воздуха, минимально допустимая концентрация ионов в воздухе производственных и общественных помещений должна составлять 400 положительных или 400 отрицательных ионов на $см^3$ воздуха. Максимальная же концентрация регламентируется на уровне 50 000 положительных или 50 000

отрицательных ионов на см³ воздуха. Для создания и поддержания необходимого аэроионного состава воздуха используют ионизаторы воздуха.

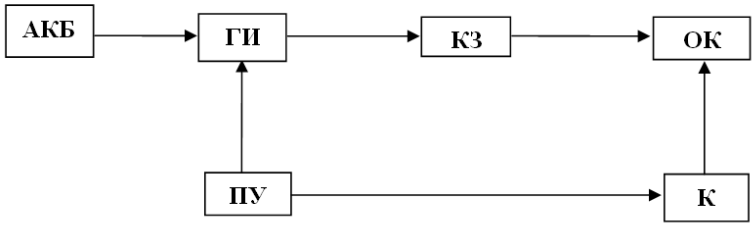


Рис. 1. Блок схема ионизатора воздуха

В блок схему ионизатора входят следующие элементы (Рис. 1):
АКБ – аккумуляторная батарея;
ГИ – генератор импульсов;
КЗ – катушка зажигания;
ИК – ионизирующая камера;
К – компрессор;
ПУ – пульт управления.

Ионизатор работает следующим образом: постоянное напряжение от АКБ – подводится к генератору импульсов, которое вырабатывает импульсы прямоугольной формы, затем эти импульсы поступают в первичную обмотку катушки зажигания. Во вторичной обмотке катушки зажигания индуктируется ЭДС, где напряжение может достигать до 20 кВ.

Затем это высокое напряжение с помощью кабеля подводится к специальной камере – ИК, где происходит ионизация воздуха. Работа ионизатора и компрессора контролируется пультом управления.

Появление искрового разряда зависит от полярности величины приложенного высокого напряжения, а также от расстояния между концом игольчатого электрода и плоского электрода.

Заключение

В настоящее время очень большое внимание уделяется экологии автомобилей, в частности экологичности воздуха в салонах автомобилей

Загрязнение воздуха в салонах автомобилей очень высокое, а для его очистки, помимо салонных фильтров необходима дополнительная искусственная ионизация воздуха с помощью ионизаторов.

Предложен ионизатор воздуха для автомобилей, состоящей из следующих основных элементов: аккумуляторная батарея, генератор импульсов, катушка зажигания и ионизирующей камеры. Приведена блок – схема и описан принцип работы предложенного ионизатора.

Библиографический список:

1. Важов В.Ф., Лавринович В.А., Лопаткин С.А. Техника высоких напряжений.Томск. Изд.ТПУ. 2006 г.
2. www. vashtehnik.ru
3. www. Kakprosto.ru

Тажибаев Кушбакали Тажибаевич
Академия наук Кыргызской Республики
Доктор технических наук, профессор,

Tajibaev Kushbakali Tajibaevich
Academy of sciences of Kyrgyz Republic
The doctor of engineering science, professor;

Омуркулов Турсунбек Ахметович
Иссык-Кульский государственный университет им. К.Тыныстанова
Аспирант.

Omurkulov Tursunbek Ahmetovich
Post-graduate student at the Issyk-Kul state university named after K.Tynystanov

УДК 550.37

ГЛОБАЛЬНЫЕ ТОКИ ЗЕМЛИ

GLOBAL CURRENTS IN THE EARTH

Аннотация: В научной статье рассматриваются естественные электрические токи Земли. Авторы связывают главные направления этих токов с новым механизмом генерации магнитного и электрического полей планеты. Глобальные токи представляются как составная часть единого электромагнитного процесса. Идеи авторов базируются на законах и положениях фундаментальной электродинамики.

The summary: In the scientific article, natural electric currents in the Earth are considered. Authors connect mainstreams of these currents with the new mechanism of generation of the magnetic and electric fields of the planet. Global terrestrial currents are represented as a constituent of uniform electromagnetic process. Ideas of authors are grounded on laws and standings of the fundamental electrodynamics.

Ключевые слова: Земные токи, геомгнетизм

Keywords: Currents in the Earth, geomagnetism

Как известно теллурические токи (земные токи) — электрические токи, которые наблюдаются у поверхности земной коры. Эти токи впервые обнаружены в проволоке, соединяющей две более или менее удаленные друга от друга точки земной поверхности. Фокс и Беккерель 1830 г., исходя из теории магнетизма Ампера, искали и нашли подобные токи в земной поверхности. Позже, когда телеграфы покрыли поверхность земли сетью проводов с концами, погруженными в землю, земные токи, нередко вызывавшие в этих проводах сильные электрические возмущения, начали подвергаться более тщательному изучению. Исследование земных токов производилось Барловым (1849) и Эри (1860—1890) в Англии, Гейсигом в Германии, Пальмиери в Италии, Блавье (1884) и Маскаром (1890, в обсерватории Сен-Мор около Парижа), П. Бахметьевым в Болгарии (1892—1893) и после 1882 г. производились в г. Павловске Г. Вильдом [1].

Для наблюдения земных токов соединяют концы изолированной проволоки с двумя металлическими пластинами, закопанными в землю на расстоянии 1 км или более друг от друга. В проволоку вводится гальванометр, показания которого наблюдают через известные промежутки времени. Познания о земных токах долгое время оставались весьма скудными. Более или менее несомненными стали лишь следующие факты:

- напряжение тока между точками, удаленными на 1 км, колеблется обычно от 0 до 0,06 Вольта;
- направление токов непрерывно меняется, наиболее часто от ЮЗ к СВ;
- суточный ход токов представляет довольно ясно выраженные максимумы и минимумы, проявляющиеся в разных местах в разное время;
- токи находятся в несомненной, но неясной связи с изменениями магнитного состояния Земли и с явлением атмосферного электричества;

- сильные токи вообще не совпадают по времени с сильными магнитными и электрическими возмущениями [1].

В геофизической науке на настоящее время нет окончательного и точного научного объяснения теллурических токов. Имеются различные попытки объяснений на гипотетическом уровне, некоторые из них приведены ниже. Большинство исследователей приводят явления земных токов в связь с магнитными свойствами Земли. Из них одни видят в токах причину, другие следствие магнетизма Земли. Некоторые (Прис, Вильд) указывают на связь токов с явлением солнечных пятен, другие (Бахметьев) видят в них термоэлектрические явления и приводят их в связь с ходом суточной температуры, отдельные исследователи (Ландезеер) земные токи приписывают электризации ветром поверхности Земли и т. д. [1].

В работе [2] основные электромагнитные процессы в земной коре и атмосфере обобщены и приведены в систему (рис. 1), которые получены в основном из непосредственных измерений и анализа полученных результатов. Здесь достаточно детально определены многие факты земных электромагнитных процессов. В частности показано разделение зарядов в грозовых (и даже в небольших кучевых) облаках. Указаны направления токов в грозовых разрядах и разрядах в верхней атмосфере. Подчеркнуто наличие излишних положительных зарядов в ионосфере и отрицательных – в земле (удачное сравнение с шаровым конденсатором), и как следствие этого, существование электрического поля между земной поверхностью и ионосферой [2, с. 133–135]. Основные результаты этой работы в вышеупомянутых процессах согласуются с нашими идеями [3, 4], отличаясь лишь в объяснении причин некоторых процессов. Основное различие этих двух точек зрения в объяснении генерации глобального магнитного поля Земли (далее сокращенно МПЗ) [2, с.114]. Авторы работы [2] в этом вопросе придерживаются мнения большинства исследователей современности о генерации МПЗ процессом гидромагнитного динамо в жидком ядре [5, с.141 – 151].

В геофизической науке принято токи в приповерхностных слоях и в земной коре называть теллурическими токами; токи в тропосфере и в грозовых облаках – грозовыми разрядами; токи между тропосферой и ионосферой – разрядами в верхней атмосфере; движение заряженных частиц в ионосфере – ионосферными токами. В дополнение к этому токи в нижней атмосфере полярных областей Земли следовало бы назвать полярными сияниями в нижней атмосфере. О существовании полярных сияний в нижней атмосфере имеются много фотодокументов [6].

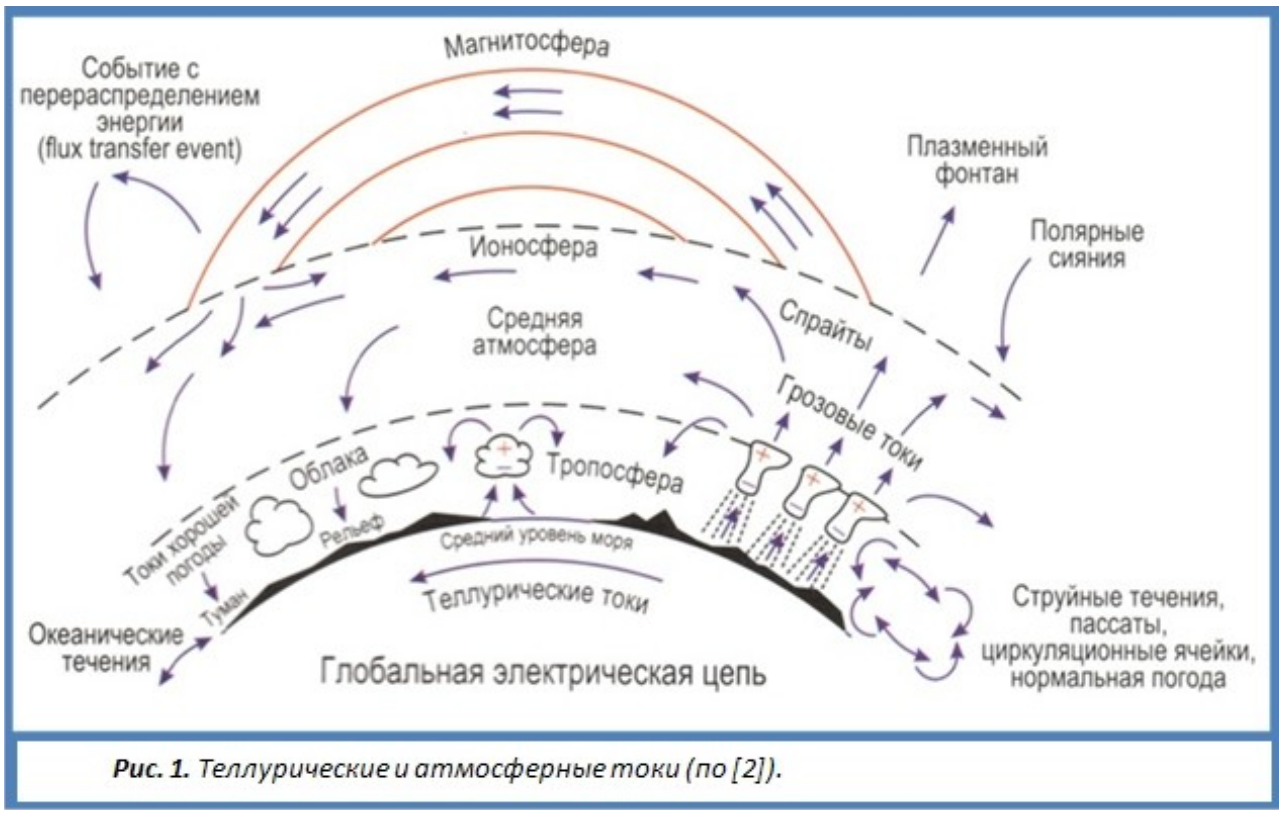


Рис. 1. *Теллурические и атмосферные токи (по [2]).*

Рис. 2. *Полярное сияние в нижней атмосфере (фото из [6]).*

Их также наблюдал и описал исследователь севера К. Д. Носилов, который в качестве метеоролога зимовал в конце XIX века на Новой Земле. Он описал это явление следующим образом: *«Это было ужасное и вместе с тем приятное зрелище, знакомое только полярному человеку... Оно разыгрывается совсем не так, как на линии Петербурга или Архангельска, – над самой головой зрителя... Игра огней придавала всему северному сиянию большую подвижность... и, казалось все те слои воздуха, где горело, колыхалось, тухло и разгоралось это чудное явление, колыхались вместе с ним, захватывая нижние слои воздуха; лента спускалась на тысячи метров ниже, приближалась к поверхности моря, к острову, еще ярче освещала его льды, казалось, вот она спустится, обожжет вспыхивающий под ней снег, коснется нас, и мы невольно прижимались к стене дома. Но морозный воздух не колыхался, свеча горела, не колыхнув пламенем; явление не достигнув, казалось, каких-нибудь ста сажень земли, таяло, прекращалось, и лента снова поднималась, начинала погасать, чтобы дать место другой…*

Собаки – как заряженные аккумуляторы, бродили беспокойно, ложились на снег, ворча и взвизгивая, катались по нему и бежали в сени, сгорбившись, с поднявшейся на спине и шее шерстью, к которой нельзя было прикоснуться, чтобы не причинить им видимой боли, от которой они при малейшем прикосновении взвизгивали и даже кусались.

Я снял теплую шапку и погладил свои волосы. Мне было неприятно их трогать, они тоже, как у собак, приподнимались, были грубыми и издавали больше треска, чем обыкновенно» [7, с.139].

Нами разработан общий механизм глобальных магнитных и электрических процессов Земли, который основан на действии силы Лоренца в неполярной зоне на, движущиеся вместе с земным вращением, заряды во всех ее электропроводящих частях. Эти процессы в ядре Земли приводят к разделению зарядов и генерации глобального магнитного и электрического полей Земли, имеющих инверсионно - циклическую периодичность [3, 4]. Эти же процессы в атмосфере (т.е. в облаках) приводят к разделению зарядов в облаках, и как следствие, к грозовым разрядам [8], и разрядам в верхней атмосфере [9]. С нашей точки зрения генерация теллурических токов вызваны действием предлагаемого нами механизма, и являются одним из основных связующих звеньев в цепи глобальных электромагнитных процессов Земли. Отрицательные заряды, внесенные в приповерхностные слои Земли грозами и другими процессами, под действием силы Лоренца должны растекаться и доставляться (сквозь кору и мантию) до земного ядра. Они то и составляют основную компоненту теллурических токов. Основное направление этих токов в неполярных областях, с точки зрения предлагаемого нами механизма, связано с растеканием отрицательных зарядов в сторону

земного ядра перпендикулярно силовым линиям МПЗ. При общепринятых горизонтальных измерениях могло выявляться направление, являющееся проекцией направления этого тока к горизонтальной плоскости. На рис. 3 в цветной схеме (без учета масштаба – для большей ясности) приведены основные направления движения зарядов (т.е. земных токов) в толще Земли и в ее атмосфере. Эти токи мы назвали глобальными токами Земли и согласно нашей точке зрения они являются следствием единого глобального геоэлектромагнитного процесса. Только при таком рассмотрении проявляется ясность во всех электромагнитных процессах Земли, т.е. избавляемся от основных заблуждений и неясностей в объяснении земных электромагнитных процессов. В частности, исходя из факта существования электрического поля между земной поверхностью и ионосферой и с учетом проводимости атмосферного воздуха, в геофизической науке общепринято наличие обратных токов хорошей погоды [2, с. 133 – 135], [10, с. 174 – 198]. При рассмотрении этих наблюдаемых частных электромагнитных процессов Земли, как отдельных сторон единого глобального геоэлектромагнитного процесса, убеждаемся, что в неполярных областях никаких обратных токов не может быть за исключением гроз, которые вносят в землю положительный заряд [8]. Причиной таких гроз являются воздушные потоки внутри грозового облака и силы тяжести крупных капель, которые перемешивают разделенные под действием силы Лоренца заряды. Если и существуют токи хорошей погоды, то они, в неполярных областях, могут быть направлены от земли к ионосфере.

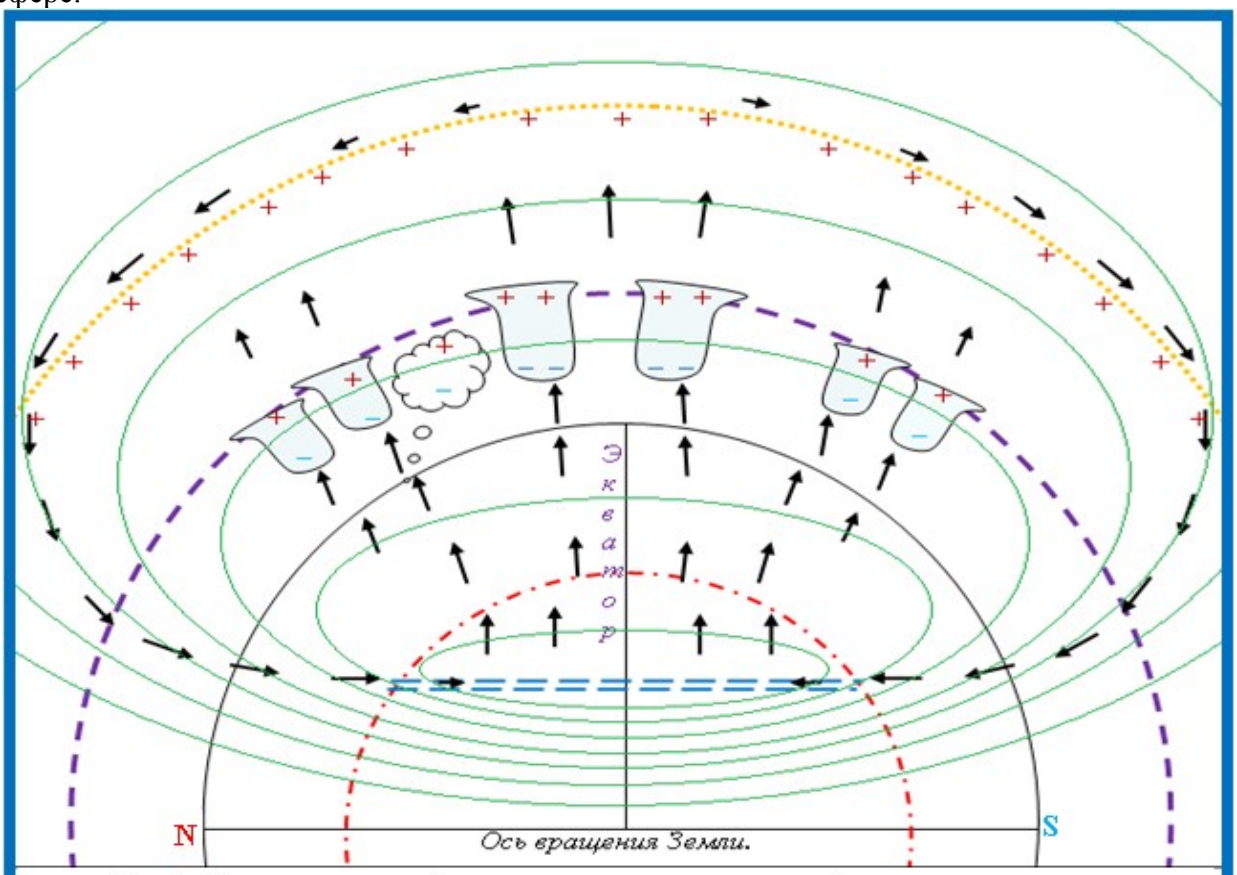


Рис.3. Направления глобальных земных токов в меридиональном сечении.

Условные обозначения:

Границы: – поверхности; – ядра; – тропосферы Земли.

– Верхняя граница ионосферы. В ионосфере сосредоточен основной положительный заряд Земли в нынешний период развития МПЗ.

– Область отрицательного заряда в ярде. Здесь сосредоточен основной отрицательный заряд Земли в нынешний период развития МПЗ.

– Грозовые облака. – Кучевые облака.

– Стрелка, указывающая направление движения положительных зарядов в глобальных земных токах (направление движения отрицательных зарядов противоположное).

– Силовые линии магнитного поля Земли.

Теперь объясним механизмы возникновения вышеупомянутых токов Земли с предлагаемой нами точки зрения. Начнем с кучевого и грозового облаков, которые являются крупной неоднородностью с намного большей влажностью и электропроводимостью, чем окружающий атмосферный воздух. Они движутся с огромной скоростью (более 1600 км/час в экваториальной части с плавным убыванием в сторону полюсов) в геомагнитном поле в связи с вращением Земли. Следовательно, в нем интенсивно начнется процесс разделения зарядов под действием силы Лоренца, что, в конечном счете, приводит к грозовым разрядам и разрядам в верхней атмосфере. Сведения о механизме этих процессов подробно даны в работах [8,9]. Грозовыми разрядами [8] отрицательные заряды нижней части грозового облака вносятся в приповерхностные слои Земли, а разрядами в верхней атмосфере [9] положительные заряды верхней части грозового облака уносятся к ионосфере, где удерживается основной положительный заряд Земли геомагнитным полем. Далее отрицательные заряды из приповерхностных слоев Земли, под действием тех же сил Лоренца, через земную кору и мантию должны доставляться до земного ядра, где удерживается основной отрицательный заряд Земли. Цепь глобальных земных токов замыкается потоком убегающих положительных зарядов в ионосфере, вдоль силовых линий МПЗ к северу и югу от экваториальной части (ионосферные токи), и далее нижними полярными сияниями, где навстречу к ним идут убегающие отрицательные заряды из земного ядра (полярные теллурические токи). Таким образом, по земному шару циркулируют два глобальных тока, отдельно в северном и южном полушариях, со смежной частью в экваториальной зоне.

Важно отметить, что глобальные токи Земли есть результат противодействия двух основных сосуществующих электромагнитных сил на движущиеся (вращающиеся вместе с Землей) заряды. Первая сила – это сила Лоренца, действующая со стороны МПЗ, равная:

$F_L = q \cdot \vartheta \cdot B \cdot sin\alpha$,

где $\vartheta = \omega \cdot r$ – линейная и ω – угловая скорости точки, в которой находится заряд $\boldsymbol{q}$ (ион, электрон); $\boldsymbol{r}$ – расстояние от данной точки до оси вращения Земли; B – значение вектора индукции МПЗ в данной точке; $\alpha \approx 90^o$ – угол между векторами ϑ и $\boldsymbol{B}$. Вторая сила – это сила, действующая со стороны электрического поля земного шарового конденсатора [2, с. 133 – 135], положительная обкладка которого находится в верхних слоях ионосферы, а отрицательная – по нашему мнению в земном ядре:

$F_E = q \cdot E$,

где $\boldsymbol{E}$ – напряженность ЭПЗ в точке расположения заряда $\boldsymbol{q}$. Эти две силы отражают один из основных законов философии – «закон единства и борьбы противоположностей», т.к. без геомагнитного поля не было бы и геоэлектрического поля, причем магнитная сила $\boldsymbol{F_L}$ работает на создание этих полей, а электрическая сила $\boldsymbol{F_E}$ работает на их уничтожение. Если учесть, что полученная согласно измерениям [2, с. 134] $E \approx 150\,B/м$, то электрическая сила $\boldsymbol{F_E}$ намного превышала бы силу Лоренца во всех частях Земли, и предлагаемый нами механизм генерации глобальных геоэлектромагнитных процессов был бы невозможен. Однако есть важные условия, позволяющие реализации этого механизма в земных условиях, связанные с экранированием электрического поля в электропроводящих средах [10, с. 104–108], [11, с. 91–100]. Основными экранирующими факторами электрического поля, между некомпенсированным отрицательным зарядом, находящимся в ядре и некомпенсированным положительным зарядом, находящимся в верхней части ионосферы [6], являются вышележащее электропроводящее вещество земного ядра и хорошо проводящие нижние слои ионосферы (рис. 3). Дополнительно экранируют мантия, земная кора, гидросфера, почва и атмосфера, которая не является абсолютным изолятором. С учетом этих экранирующих факторов в неполярных областях Земли от земного ядра до верхней части, активно вращающейся, атмосферы доминируют магнитные силы Лоренца.

Кроме того мы полагаем, что измерения параметров электрического и магнитного полей, проводимые до настоящего времени не учитывают побочного эффекта, вызванного вращением прибора вместе с земным вращением. Иначе говоря, некомпенсированный отрицательный заряд, находящийся в ядре, который и создает основную составляющую МПЗ своим вращением, является неподвижным относительно измерительного прибора вращающегося вместе с Землей на ее поверхности. В результате этого значения измеряемых величин могут получиться искаженными. В настоящее время технические возможности позволяют исключить эти искажения. Достаточно провести измерения при помощи самолета летящего прямо на запад (противоположно направлению земного вращения) со скоростью, равной линейной скорости вращения Земли на данной широте, т.е.

относительно инерциальной системы отсчета. Желательно, чтобы измерительный прибор находился вне самолета, для исключения искажающих и экранирующих действий самого самолета.

Таким образом, все основные наблюдаемые земные электромагнитные процессы в неполярной зоне Земли (теллурические токи, процесс зарядки облаков, грозовые разряды и разряды в верхней атмосфере) подчинены действию силы Лоренца со стороны МПЗ. Эта сила, по сути, превосходит (с учетом экранирования ЭП) электрическую силу в этой зоне, т.е. активно работает на создание земных токов, подобно ЭДС в обычной электрической цепи. Основную же компоненту самого МПЗ создает вращение отрицательного заряда, в форме цилиндрической поверхности, расположенного в земном ядре [3, 4].

В полярных областях доминируют электрические силы. Главная причина этого кроется в том, что здесь значение силы Лоренца значительно меньше, по причине уменьшения линейной скорости вращения, зависящей от значения расстояния от рассматриваемого заряда до оси Земли, т.е. величины ***r*** в формуле линейной скорости. Кроме того в этой зоне нет экранирующего слоя со стороны ядра т.к. торцы некомпенсированного отрицательного заряда в земном ядре примыкают к границе ядра (рис.3). По этим причинам электромагнитные процессы в полярных областях Земли (полярные сияния в нижней атмосфере, полярные теллурические токи) подчинены действию электрического поля, создаваемого положительным зарядом ионосферы, и дополнительно, отрицательным зарядом земного ядра. Дополнительной причиной «бессилия» магнитных сил Лоренца в ряде процессов является движение зарядов вдоль линий МПЗ (рис. 3). По этой причине ионосферные токи в неполярной зоне также подчинены действию электрических сил. Эти процессы, подобно пассивной внешней части обычной электрической цепи, дополняя недостающую часть, создают замкнутую цепь глобальных токов Земли. Таким образом, все упомянутые электромагнитные процессы Земли глобальны и взаимосвязаны между собой.

С другой стороны, кроме глобальных процессов, в разных частях земли проистекает ряд электромагнитных явлений местного значения, которые вносят путаницу при практических измерениях мгновенных значений и горизонтальных направлений земных токов. В частности грозовые разряды, которые являются сугубо локальными, приводят к очень резким электромагнитным скачкам в региональном масштабе. Кроме этого, проводимости пород в приповерхностных слоях (в горизонтальном и вертикальном направлениях) очень сильно отличаются, в зависимости от химического состава пород и содержания воды в них. Поэтому в них тоже, под действием МПЗ, могут происходить разделения зарядов. Видимо эти и другие электромагнитные явления местного значения приводят к неясным вариациям при измерениях теллурических токов.

Следует дополнительно отметить, что локальные изменения (бифуркации) теллурических токов могут быть также обусловлены процессами накопления трещин и деформаций в земной коре перед сильными землетрясениями. Эти процессы тоже сугубо локальные [12].

Выводы

1. Исследования земного электромагнетизма до настоящего времени в основном велись однобоко, частенько без учета вращения Земли вокруг своей оси. Те исследователи, которые учитывали земное вращение, как основу магнетизма (сторонники гидромагнитного динамо), частенько не обращали внимания на побочные электромагнитные эффекты при вращении планеты и рассматривали геомагнетизм вне связи с другими электромагнитными процессами Земли.
2. Рассматривая электромагнитные процессы Земли, с учетом побочных эффектов при вращении планеты, можно обнаружить единство и глобальность геоэлектромагнитных процессов. С такой точки зрения ярче выявляются взаимосвязи между известными отдельно взятыми процессами (магнитное и электрическое поля, грозы, разряды в верхней атмосфере, ионосферные токи, нижние полярные сияния и теллурические токи).
3. Подход к исследованиям электромагнетизма небесных тел с новой диалектической точки зрения позволит исключить противоречия, путаницы между отдельными электромагнитными процессами и установить реальную физическую картину на основе фундаментальной электродинамической теории. На основе такого подхода нам удалось заметить глобальность земных электрических токов.

Библиографический список:

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Земные_токи

2. Кузнецов О.Л., Каляшин С.В. Введение в геофизику. – М: РАЕН: Дубна: Университет «Дубна», 2011.–273с.: илл., табл.

3. Омуркулов Т.А. Сущность магнитного поля Земли: Вестник ИГУ № 25: – Каракол 2010.

4. Омуркулов Т.А. Явление генерации и непрерывного инверсионно-циклического развития собственного магнитного и электрического полей проводящих тел: Известия национальной академии наук Кыргызской Республики №2: – Бишкек: «ИЛИМ», 2015. с. 35–39.

5. Хаббард У. Внутреннее строение планет: Пер. с англ. – М.: Мир, 1987, 328 с.

6. Алексеева Л.М. Небесные сполохи и земные заботы. – М.: Знание,1985. – 160 с.

7. Омуркулов Т.А. и др. Грозы как составная часть генерации глобального электрического и магнитного полей Земли: Вестник Иссык-Кульского университета № 35: – Каракол 2013.

8. Тажибаев К.Т., Омуркулов Т.А. Разряды в верхней атмосфере как составная часть процесса земного электромагнетизма: Институт геомеханики и освоения недр НАН Кыргызской Республики. Современные проблемы механики сплошных сред. Вып.20: – Бишкек 2014, 7 с. (с. 132 – 138).

9. Фейнман Р, Лейтон Р, Сэндс М. Фейнмановские лекции по физике. ч. 5. Электричество и магнетизм: Пер. с англ. – М.: Мир, 1977, 299 с.

10. Парселл Э. Электричество и магнетизм: Учебное руководство: Пер. с англ. – М.: Наука, 1983, 415 с.

11. Тажибаев К.Т. Деформация и разрушение горных пород: «Илим», Фрунзе, 1986.-106с.

Зарытовский Александр Андреевич
Zarytovskiy Alexander Andreevich
магистр
Московский государственный университет геодезии и картографии, г. Москва
E-mail: mr.vanish2011@yandex.ru

УДК 528.8

ПРИМЕНЕНИЕ КОНТРОЛИРУЕМОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В ERDAS IMAGINE

APPLICATION SUPERVISED CLASSIFICATION OF EARTH REMOTE SENSING DATA IN ERDAS IMAGINE

Аннотация. Рассматриваются методы контролируемой классификации (с обучением), применяемые для обработки данных дистанционного зондирования земли (ДДЗЗ) с использованием Erdas Imagine. Реализованы три метода: метод классификации по минимальному расстоянию, метод по расстоянию Махаланобиса, метод классификации по правилу максимального правдоподобия.

Abstract. The methods of supervised classification (with tutoring) applied to earth remote sensing data in ERDAS IMAGINE. Three methods are realized: a discriminatory analysis on minimum distance, a method on Makhalanobis's distance, a discriminatory analysis by the rule of maximum likelihood.

Ключевые слова. Контролируемая классификация, метод классификации по минимальному расстоянию, метод по расстоянию Махаланобиса, метод классификации по правилу максимального правдоподобия.

Keywords. Supervised classification, discriminatory analysis on minimum distance, a method on Makhalanobis's distance, a discriminatory analysis by the rule of maximum likelihood, Erdas Imagine.

Алгоритм классификации с обучением – это процесс, при котором происходит сравнение значения яркости каждого пикселя с эталонами, которые задаются экспертом. В результате каждый пиксель относится к наиболее подходящему классу объектов.

Классификацию с обучением можно применять, если:

- заранее известно, какие объекты есть на снимке;
- на снимке имеется небольшое количество классов;
- эти классы четко различаются на снимке.

Процесс классификации с обучением включает в себя несколько этапов.

Этапы классификации с обучением:

определение задач обработки снимка и выбор способа классификации;

выбор эталонных участков;

проведение классификации и оценка качества результатов.

Среди алгоритмов классификации с обучением выделяются алгоритмы, основанные на методах:

- метод классификации по минимальному расстоянию;
- метод по расстоянию Махаланобиса;
- метод классификации по правилу максимального правдоподобия.

В классификации по минимуму расстояния (режим Minimum Distance в Parametric Rule) в качестве критерия классификации используется евклидово расстояние классифицируемой точки в признаковом пространстве до центров кластеров. Минимум расстояния - простейшее из параметрических правил. В этом случае граница между парой классов – это серединный перпендикуляр к прямой, соединяющей их центры.

Два другие режима используют и среднее, и матрицу ковариаций. В обоих случаях предполагается, что значения признаков по классам распределены по нормальному (Гауссову) закону. Плотность многомерного нормального распределения имеет вид

$$f_k(x) = p\left(\frac{x}{\square_k}\right) = \frac{1}{\left[(2\pi)^{\frac{n}{2}}\left|C_k\right|^{\frac{1}{2}}\right]} \exp\left[\frac{-1}{2}\left(x-m_k\right)^T C_k^{-1}\left(x-m_k\right)\right]$$

Здесь C_k - ковариационная матрица

$$C_k=(\square_{ij})=M\left[\left(x_i-m_i^k\right)\left(x_j-m_j^k\right)\right], i=1,\ldots,n, j=1,\ldots,n.$$

Классификация по расстоянию Махаланобиса – режим Mahalanobis Distance в Parametric Rule. Выражение $\left(x-m_k\right)^T C_k^{-1}\left(x-m_k\right)$ называют квадратичным расстоянием Махаланобиса между точкой (вектором) x и m_k - центром k-го класса. Геометрическому месту точек в признаковом пространстве с одинаковым расстоянием Махаланобиса до m_k, соответствует поверхность некоторого гиперэллипсоида рассеяния с центром m_k (сечение «колокольчика» плотности многомерного нормального распределения).

В случае, когда все n признаков статистически независимы, матрица C_k диагональна и расстояние Махаланобиса приобретает достаточно простой вид:$\left(x-m_k\right)^T C_k^{-1}\left(x-m_k\right)=\sum_{i=1}^{n}\frac{\left(x_j-m_{jk}\right)^2}{\square_j^2}$

В этом случае оси гиперэллипсоида будут параллельны осям координат признакового пространства. Статистическая независимость признаков, то есть координат многомерного вектора, для всей совокупности выделяемых классов далеко не всегда имеет место.[1, с.56]

В такой ситуации как раз и удобно использовать расстояние Махаланобиса. Точка будет относиться к тому классу, для которого она, грубо говоря, окажется внутри гиперэллипсоида рассеяния меньшего размера.

Классификация по расстоянию Махаланобиса более эффективна в случае различной корреляции признаков внутри классов. Если внутригрупповая корреляция приблизительно одинакова для всех выделяемых классов (эллипсоиды вытянуты в одном направлении), можно пользоваться классификацией по евклидову расстоянию. Эта ситуация встречается на изображениях, где представлены преимущественно объекты одной категории, например, растительность или почвы. [3, с.75]

Классификацию по максимуму правдоподобия (режим Maximum Likelihood в Parametric Rule) иначе называют байесовским решающим правилом. В этом подходе используется вероятность появления каждого класса Ωk для точки с данным набором значений признака xi , которая определяется по известной формуле Байеса:

$$p\left(\frac{\square_k}{x_i}\right)=\frac{P(\square_k)\,p\left(\frac{x_i}{\square_k}\right)}{\sum_{j=k}^{k}P(\square_j)\,p\left(\frac{x_i}{\square_j}\right)}$$

Выбирается тот класс, для которого эта вероятность максимальна, отсюда и название метода. Кроме вероятности появления точки в классе, здесь используется еще и вероятность появления такого класса на данной территории $P(\square_k)$ - априорная вероятность класса. Она определенным образом масштабирует вероятность появления точки в классе относительно таких же вероятностей для других классов, что приводит к смещению разделяющих границ. Однако на практике этим пользуются редко. Чаще априорные вероятности считают одинаковыми (так называемая нуль-единичная байесовская стратегия).

При использовании гипотезы о нормальном распределении значений признаков метод максимума правдоподобия отличается от классификации по расстоянию Махаланобиса только наличием априорных вероятностей появления классов в соответствии с формулой Байеса. Если же в максимуме правдоподобия используются равные априорные вероятности, то эти два метода ничем не отличаются. [2, с.64]

В целом метод максимума правдоподобия наиболее универсален. Единственная проблема состоит в том, что далеко не всегда сигнатуры выделяемых классов могут быть аппроксимированы нормальным распределением. В случае, когда гистограмма сигнатуры класса одномодальна и ее ассиметрия невелика, такая гипотеза работает достаточно хорошо. Однако при наличии в гистограмме нескольких мод в процессе классификации могут возникнуть дополнительные ошибки.

Рассмотрим теперь процесс классификации с обучением на основе сигнатур, созданных по тестовым участкам изображения. С помощью AOI-инструментария создаются несколько тестовых полигонов на изображении по тематическим классам (в данной работе рассмотрим 15). Надежно

разделяются не менее 3 классов воды, 3 категории леса (хвойный, смешанный, лиственный), 3 класса травянистой растительности, 1-2 класса застройки сельского типа, 2-3 класса городской озелененной застройки и не менее трех классов промышленных зон и новостроек. Для этого воспользуемся функцией Growing Propetries из вкладки Drawing (рис 1). Устанавливаем максимальный размер области 500 пикселей. Необходимо следить, чтобы все эталонные участки имели размер более 100 пикселей. Размер выборки при ее добавлении в редактор сигнатур отображается в поле **Count**.

Минимальный размер евклидова расстояния для данного типа изображений равно приблизительно 100. Рекомендуется начинать формирование эталонов с наиболее однородных классов (вода), постепенно увеличивая евклидово расстояние.

Neighborhood (крест или квадрат) – это форма маски, с помощью которой будет анализироваться окрестность каждого пикселя при формировании области. Теперь с помощью инструмента из AOI-инструментария укажите на изображении базовую точку, из которой будет производиться построение области. Если построенная область оказалась слишком маленькой, попробуйте увеличить евклидово расстояние. Если, наоборот, никакого «отсева» пикселей по однородности не произошло, постепенно уменьшайте евклидово расстояние до тех пор, пока не получите желаемый результат.

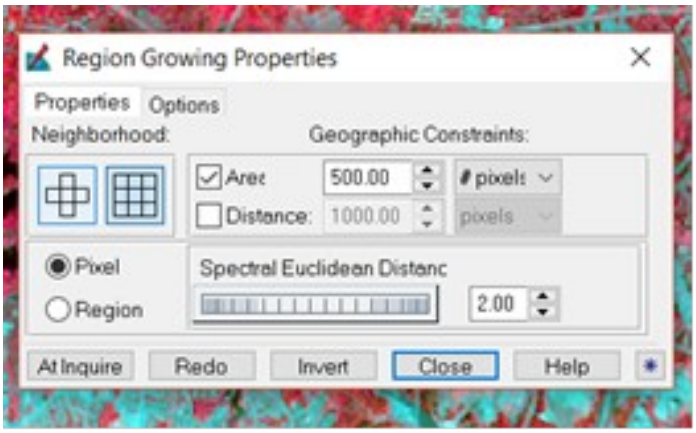


Рис.1 функция Growing Propetries

С помощью редактора сигнатур создаём(Рис.2) сигнатуры классов по выбранным тестовым участкам с помощью кнопки «+L»(Raster-Supervised-Signature Editor). Посмотрите диаграммы рассеяния сигнатур в признаковом пространстве. Если разброс по сигнатурам очень велик, выбираем более однородные участки. Для выбора более однородной сигнатуры в пределах некоторого неоднородного объекта можно воспользоваться инструментом «наращивание областей».

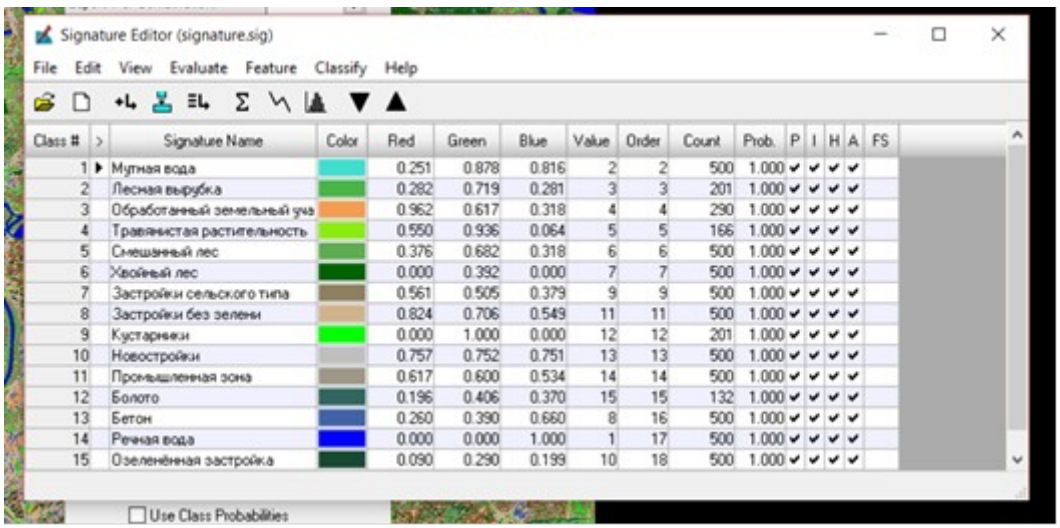


Рис.2 редактор сигнатур

После добавления очередной сигнатуры в редактор, за исключением первой, проверяется ее статистическая разделимость с остальными сигнатурами. Для этого используйте в редакторе

сигнатур функцию **Evaluate->Separability**. Рекомендуется использовать меру Джеффриса-Матуситы Нижним допустимым значением этой меры можно считать величину 1400.

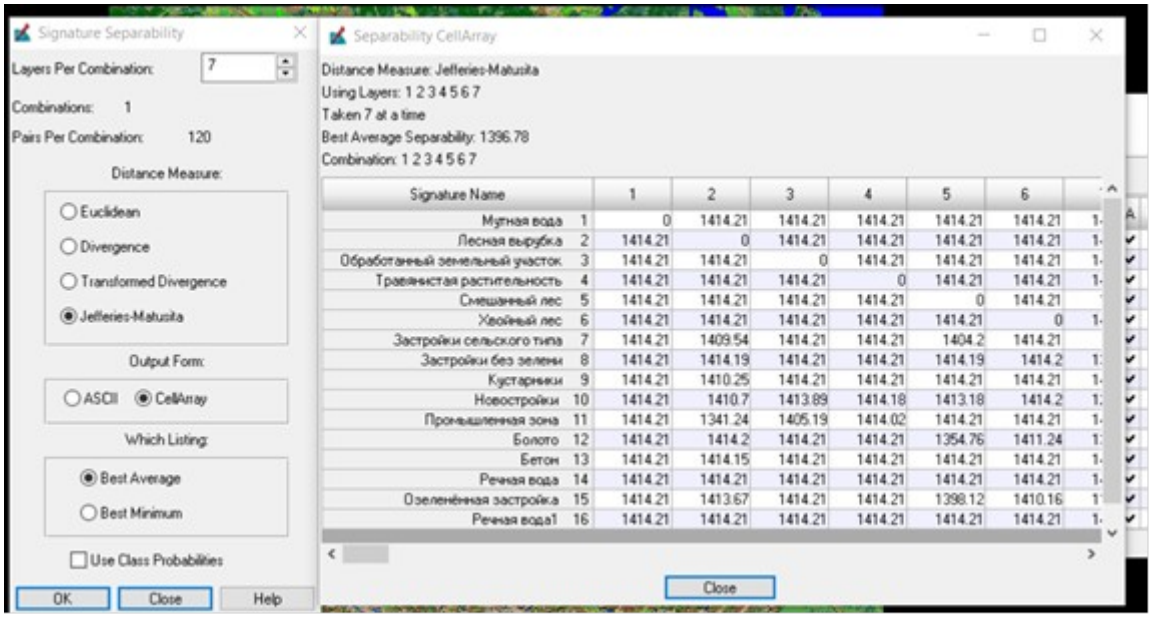


Рис.3 статистическая разделимость сигнатур с остальными сигнатурами при использовании меры Джеффриса-Матуситы.

После подготовки корректного набора обучающих данных можно приступить к выбору метода классификации. Функция **Evaluate->Contingency** (Рис.4) выполняет взаимную классификацию обучающих выборок указанным пользователем методом из доступного набора. На выходе выдается матрица ошибок, описанная в начале теоретической части данной работы. Наилучшим методом будет тот, который обеспечивает точность классификации равную или близкую к 100%.

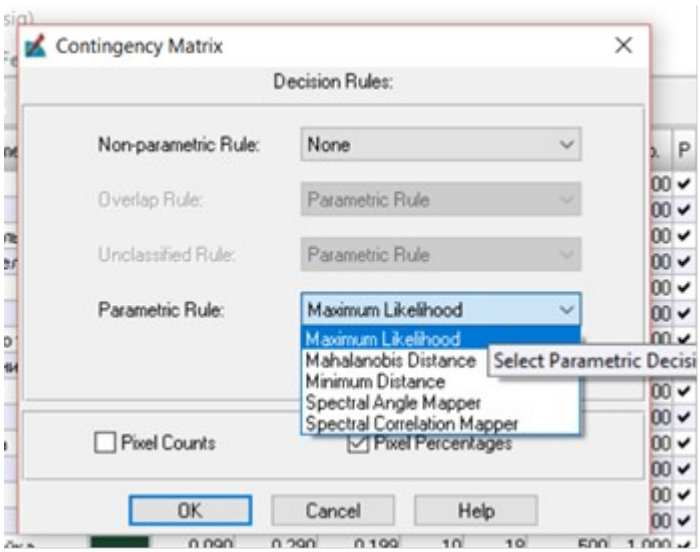


Рис.4 Функция contingency

Рекомендуется проводить тестирование методов в следующем порядке: минимум расстояния, расстояние Махаланобиса, максимум правдоподобия. Минимум расстояния обычно дается самые четкие границы между классами, но для сложных сцен чаще всего наиболее приемлемым вариантом оказывается расстояние Махаланобиса. Максимум правдоподобия рекомендуется применять в последнюю очередь из-за его особенностей, описанных выше.

Спектрально-угловая и спектрально-корреляционная классификация, включенные в данный список в последних версиях ERDAS Imagine, предназначены, в основном, для классификации гиперспектральных изображений. На мультиспектральных изображениях они обычно дают результаты значительно худшие, чем статистические классификаторы.

Далее раскрашиваем эталоны в редакторе сигнатур подходящими по тематике, хорошо различимыми цветами, которыми классы будут отображаться на полученной карте классификации. Затем с помощью функции **Classify->Supervised** выполняем классификацию.

Открываем два полученных файла. Значения яркости в файле расстояний соответствуют расстоянию пикселя до класса, к которому он отнесен. Яркие пиксели или даже целые объекты, таким образом, нельзя отнести ни к одному из выбранных классов.

По характеру файла расстояний можно также сделать предварительную визуальную оценку качества и полноты обучающих данных. Большое количество «серых» пикселей свидетельствует о неудачном выборе эталонов. При хорошем выборе эталонов серые пиксели концентрируются в основном на границах между объектами различных классов.

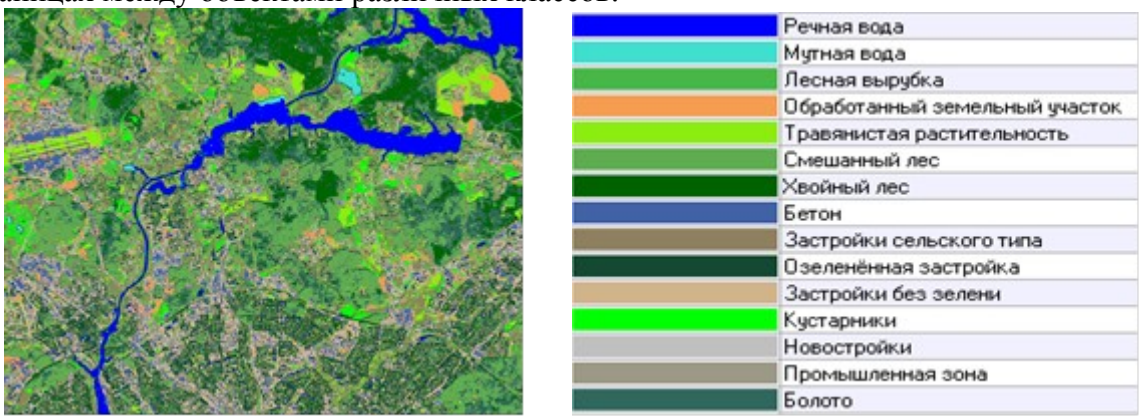


Рис.5 Результат классификации

Для полноценного контроля репрезентативности обучающих данных и отсечения пикселей, не принадлежащих к выбранным классам, применим функцию **Threshold**. При открытии файла в этой функции слева задается результат классификации, справа – файл расстояний. В таблице показаны предполагаемые условия отсечения пикселей, не относящихся к выделенным классам, при корректном статистическом распределении расстояний. Корректным является χ^2 распределение (рис.6, слева). Гистограмма расстояний по классу, не соответствущая распределению χ^2, свидетельствует о недостаточной репрезентативности эталона (рис.6, справа).

Для оценки распределения расстояний используется функция **Histogram-> Compute**.

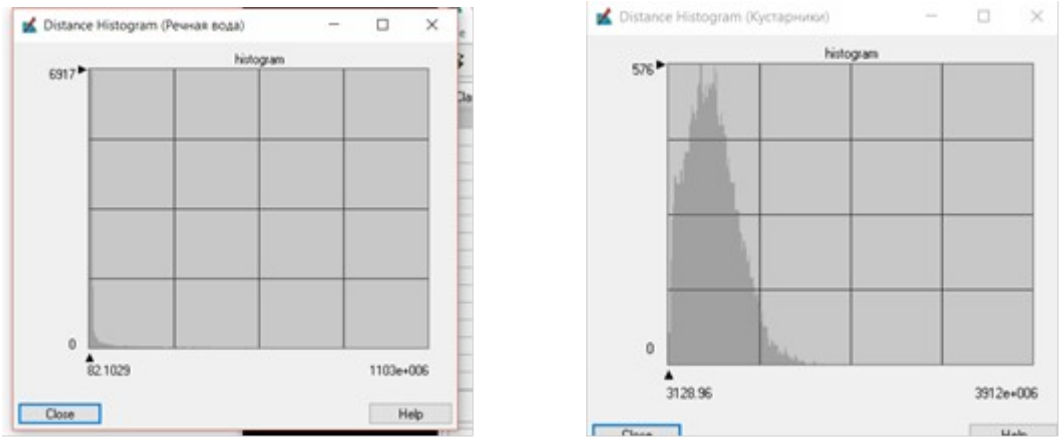


Рис.6 Пример гистограмм расстояний для репрезентативной (слева) и смещенной (справа) сигнатур классов.

Таким образом, в процессе выполнения данной классификации, необходимо учитывать следующее:

- для успешной классификации, необходимо иметь подробную информацию о спутниковом изображении;
- при выделении областей, которые являются наиболее значимым, специалист ограничен в контроле полученных классов и их свойств;
- при работе с дешифрованием разновременных снимков, спектральные свойства полученных классов меняются с течением времени.

Библиографический список:

1. Л.Н.Чабан. Теория и алгоритмы распознавания образов. М.,МИИГАИК, 2004. - С. 68.

2. Л.Н.Чабан. Автоматизированная обработка аэрокосмической информации для картографирования геопространственных данных. М., МИИГАиК, 2014. - С. 94.

3. Л.Н.Чабан. Методы и алгоритмы распознавания образов в автоматизированном дешифрировании данных дистанционного зондирования. М., МИИГАиК, 2017. - С. 107.

Керимов Вагиф Нусратович
Kerimov Vagif Nusratovich
республики Азербайджан

НОВАЯ ФИЗИКА ИЛИ КАК ОБРАЗОВАЛОСЬ ВСЕЛЛЕННАЯ

NEW PHYSICS OR HOW THE UNIVERSE WAS FORMED

УДК 52

Аннотация: В этой статье показано значение естественных и искусственных физических процессов, в том числе как образовалось вселенная и т. пр на основе нового научного методологие.

Статью также можно понять так, как «новая физика» на основе существующие физических фактов логике , объективный закономерность и познание

Причины стихийных бедствийи пути их решения здесь разъяснено

Abstract: This article shows the significance of natural and artificial physical processes, including how the universe was formed, etc., on the basis of a new scientific methodology.

The article can also be understood as "new physics" on the basis of existing physical facts to logic, objective law and knowledge

The causes of natural disasters and the ways of their solution are explained here

Ключевые слова: Человеческий фактор. Методология. Современная наука .Цель. Квалификации. Квазар. Уравнения Максвелла. Озон.

Keywords: Human factor. Methodology. Modern science. Objective. Qualifications. Quasar. Maxwell equations. Ozone.

Одним из главных задач физики является именно выяснение, познание сути энергии. Так как после такого познания люди поймут, что энергия – это такой ценный вид материи, что он должен быть использован только в жизненно необходимых и очень важных делах, к тому же, с экономией и с большой осторожностью.

А какой уровень возможностей современной науки для выяснения сути энергии? Для разъяснения этого довожу до вашего сведения один факт физики;

Современная наука физики с большим успехом определила скорость света в пустоте. Получилась примерно такая цифра – 300 000 км/час. И в связи с этим физическим фактом время дохождения света от звезд до нас было обозначено критерием «светового года». Для солнца это значение равно 8 минутам. Дело в том, что хотя и физики определи скорость света в пустоте, им не удалось определить суть самой пустоты. Так, согласно современным научным соображениям пустота – это отсутствие воздуха. То есть отсутствие чего-либо в направлении движения фотона. Однако, с точки зрения структуры и содержания самой материи, пустота – это отсутствие объема. То есть пространство без дна, стен, крыши и содержимого. Это именно пространство между звездами и нами, и скорость света в том пространстве несравнимо выше скорости, установленной сейчас.

Нейтрино, являясь элементарной частицей, обладает очень высокой скоростью. Оно моментально достигает от одного конца вселенной до

другого. Это физический факт. Дело в том, что фотон также (в том числе и электрон) обладает такой скоростью. Просто фотон и электрон тратят эту скорость на другую цель. Так, подобно тому, как нейтрино своей скоростью опережает расстояние, фотон опережает объем, а электрон – время.

Ясно, что в условиях Земли невозможно узнать реальное значение скорости света, так как здесь невозможно получить состояние отсутствия объема. Однако на почве объективных знаний вопрос определения скорости света не может быть считаться научной проблемой. И никого не удивит тот факт, что время достижения света от самой отдаленной звезды до нас равно времени его достижения до нас от обычной электрической лампы.

В настоящее время науке не известна не только скорость света или суть энергии, но и в целом суть большинства физических фактов и процессов.

Довожу до вашего сведения объективные и субъективные причины этой кризисной ситуации имеющей место в физике.

Объективные причины.

1) Наука физики в истории своего развития всегда была в стороне от знаний об объективной закономерности и цели. Так, в науке не было основательного (окончательного) понятия о них вообще. А объективная закономерность и цель – это понятия способные дать разъяснение всему больше всех. Следует отметить, что мне удалось объяснить суть этих понятий на основе существующих физических фактов.

2) Человеческий фактор. С первых дней возникновения наука постоянно была подчинена требованиям духовного мира людей. А на самом деле, главной задачей науки является согласование сознательной (практической) деятельности человека с условиями существования и действия объективной закономерности. Главное потому, что человек – это надстройка, созданная в материи. А другим более основательным вопросом является понятия духовного интереса и духовных потребностей, которые достаточно далеки друг от друга. И, к сожалению, сегодня мы больше встречаем потребности духовного интереса.

3) Линейные размеры атомов и молекул находятся вне диапазона зрения человека. Однако человеческий разум смог успешно преодолеть этот барьер

и доказать их существование иными научными методами. Соответственно, познание объективной закономерности и ряда других физических фактов и процессов также находится за пределами познания человека. Нам кажется, что мы все понимаем или можем понять. На самом деле это вовсе не так. Следует отметить, что этот барьер, связанный с познанием, имеет 2 вида; Абсолютная неспособность познания – то есть познание определенного случая или предмета абсолютно вне пределах сознания человека. Однако (следует отметить, что) абсолютная неспособность познания не представляет никакого препятствия для практической (сознательной) деятельности человека. И относительная неспособность познания – когда преодоление препятствия возможно, а также необходимо.

4) Поверхностный, механический характер, непригодность существующей научной методологии, включающей путеводительский, руководящий, ведущий и др. принципы в науке, и как следствие, сложный, запутанный характер современной науки. Эта сложность настолько глобальна, что больше привлекает внимание по сравнению с решением какой-либо физической проблемы. А на самом деле неизвестность (или противоречие) должна быть присуща не самой науке, а к обучаемому предмету. То есть пути науки должны быть ясны. А причиной этого недостатка в методологии является в основном математическое изложение физических процессов. Так как никогда невозможно определить цель математическим путем. А в физике невозможно чего-то добиться без определения цели. Или можно сказать так: ряд неверных понятий в науке (например, атмосферное давление, сила трения, масса, уровень энергетического деления электронов и т.д.), отдаление от объективных знаний, личный авторитетный круг в науке, принцип приверженности традициям, отсутствие демократических принципов в науке, неспособность ненаучных организаций, руководящих научными организациями, активно вмешиваться в решение проблемы из-за непонимания сути вопроса и т.д. стало причиной создания существующей научной методологии. Представьте, что современная наука все еще не может выяснить, чем является фотон (или электрон): корпускулой или волной. Следует отметить, что эти два понятия достаточно далеки друг от друга. И, к сожалению, подобных вопросов в науке много. Однако на основе принципов разработанной мной новой научной методологии очень легко можно найти ответ на подобные вопросы. Следует отметить, что принципы научной методологии, ни при каких обстоятельствах, не могут быть плодом человеческого умозаключения. Природа сама диктует метод изучения природы. Здесь роль человека (физика) состоит только в том, чтобы разъяснить (обогатить) эти продиктованные принципы и предоставить их на обсуждение общества.

Так как эксперименты, являющиеся главной составной частью существующей научной методологии, являются уникальными (искусственными) с момента создания, они не могут быть считаться основным (решающим) критерием в разъяснении естественных физических процессов. Интересным здесь является то, что, так как эксперименты являются уникальными, только их использование с противоположной позиции может быть полезным. Например; если мы видим, что 2

предмета притягивают друг-друга (эксперимент Кавендиша), значит, в естественном случае такого не может произойти. Следует отметить, что в составленной мной методологии математические формулы закреплены в качестве вспомогательных составных частей. Потому что возможности математики ограничены в растолковании естественных физических процессов. Я даже смог доказать несостоятельность математического изложения физики, используя математические формулы в истолковании магнетизма.

5) Достижения электротехнических устройств и аппаратов, сопровождающиеся очень высокими количественными и качественными показателями, неопровержимы. И это обстоятельство вызвало в обществах большую веру к науке. Хочу внести ясность в некоторые связанные с этим моменты. Так, все устройства и аппараты имеют один общий принцип с точки зрения растраты энергии, обогащения используемых в производстве материалов и т.д. Поэтому здесь более уместно говорить о коэффициенте продуктивной (рентабельной) работы, нежели о науке. К тому же я могу доказать, что в изобретениях и находках роль объективной закономерности не меньше роли человеческого ума. Так, объективная закономерность во всех случаях старается избавиться от чуждых элементов, не соответствующих условиям ее существования и действия (особенно от углеродных органических соединений).

6) История развития науки физики это история многочисленных физических фактов. Конечно, это обстоятельство является плодом глубокого раздумья, большой любви к науке, тяжелого труда и крепкой воли.

Однако, к сожалению, многочисленность физических фактов дала стимул развитию именно квалификации в узком диапазоне, а не общего научного понятия. А квалификация в узком диапазоне смогла понизить науку, способную объединить в себе все периоды и пространства, до уровня искусства, способного включить в себя лишь маленькие (определенные) периоды и пространства. Изучение сути какого-либо вопроса при помощи квалификации в узком диапазоне заранее обречено провалу. Так как невозможно найти на Земле (или на каком-либо небесном теле) такой предмет, который обладал бы каким-то особым (отдельным) свойством вне Земли. Это абсолютный абсурд.

7) Так как науке неизвестна суть энергии, представления о нахождении новых энергетических ресурсов в науке очень оптимистичны, ввиду того, что в углеродных органических соединениях, в радиоактивных элементах, в ядре Земли и др. встречаются богатые резервы энергии. Согласно современным научным соображениям, энергия, выделяемая при сгорании этана (к примеру) в кислороде, выделяется конкретно за счет собственной внутренней природы того вещества. Основываясь на знания объективной закономерности, цели и т.д., а также ссылаясь на существующие физические факты, заявляю: конкретно в какой-либо составной части Земного шара, и даже в самом Солнце, нет никакого источника (базы) энергии. Единственным источником образования фотона является ядро Галактики. Я не могу дать обширное разъяснение механизма создания фотона, так как оно не вместится в форму доклада.

Квазар, образуемый в ядре галактики, попадая на Солнце, снабжает энергией беспорядочное тепловое движение атомов. А те движения, представляемые в науке как беспорядочные тепловые движения, на самом деле не беспорядочные, а заранее целеустремленные и точные, упорядоченные движения. Так, нейтрон, при спонтанном делении выделил нейтрино, и поэтому протон получил статус вечного (неприкосновенного) движения. А движение может быть только односторонним. И это одностороннее движение под воздействием фотона меняет свое положение в противоположном направлении. Таким образом, в науке возникло представление «беспорядочных тепловых движений».

В электризации протон меняет свое направление в сторону источника тока. А при сгорании углеродных органических соединений в кислороде углерод и

водород под воздействием кислорода меняют свое направление в сторону условий существования и действия объективной закономерности. И фотоны, оставшиеся при этом вне использования, выделяются наружу в виде теплового излучения.

Вещества с 3-им уровнем свободы это проводимые, со 2-м уровнем свободы – не проводимые, а с 1-м уровнем свободы – сверх-проводимые вещества уже абсолютно без сопротивления. То есть физический факт: «электризация конкретно зависит от собственной внутренней природы тела» оправдывает себя (известные испытания Фарадея и Максвелла).

Что я хочу сказать? - Земля (или любое небесное тело) с периода формирования обладала конкретным составом и конкретной границей и по формуле Боде сохраняла определенное расстояние

от Солнца. В дальнейшем периоде деятельности Земля попала в состояние постоянной конкуренции со своими составными частями железом и ядром Земли. Следует отметить, что я могу в мельчайших деталях объяснить возникновение и ход этой конкуренции.

А формами проявления той конкуренции являются атмосфера, гидросфера, магнетизм, углеродные органические соединения и т.д. То есть в науке есть такие соображения, что якобы углеродные органические соединения являются продуктами аэробного и анаэробного гниения живых организмов, живших когда-то на земле. На самом деле это не так. Потому что живые организмы не могли образоваться, а также жить в «дикой материи». Те формы проявления являются элементами случайного типа, созданные в ходе объективной закономерности. И их совокупность называется природой. А сучай по своему существованию и действию противоречиво к ходу объективной закономерности. Поэтому, объективная закономерность является стимулом для обезвреживания какого-либо случая. Главной предпосылкой существования природных предметов является (на это следует обратить внимание) его распространение на более обширное пространство. То есть его поклонение логике. Также следует помнить, что углеродные органические соединения словно «защитная прослойка», расположенная между ядром Земли и железом. Таким образом, становится ясным принцип противоречивой сущности объективной закономерности и природы.

Объективная закономерность в условиях своего существования и деятельности в общем случае опирается на условия существования и деятельности вселенной и поэтому очень сильна. А природа в своем существовании опирается только на логику. (то есть принцип охватить более обширное пространство)

Чтобы объяснить последнее привожу в пример такую жизнь: случаи терроризма, происходящие сегодня в мире, на самом деле являются случаев в естественном развитии общества. И общества постоянно борются против подобных явлений. А логикой распространения терроризма является его состояние распространения на более обширную территорию. То есть в локальном условии такого явления не могло бы произойти.

Или противоположный пример: - не могло существовать мира, который мог бы состоять только из одной страны (или народа).

И именно после возникновения тех форм проявления на Земле было создано плодородное условие для возникновения и проживания живых организмов. А другие элементы случайного характера (например, озон) являются «следами» деятельности непосредственно самой природы.

Например, я могу доказать, что озон является ответной реакцией на существование углеродного газа, выделяемого живыми организмами беспрерывно в атмосферу при дыхании.

Таким образом, становится ясно, что мы живем на фазе острой конкуренции 2-х величественных существований под названием объективная закономерность и природа.

В природе происходят серьезные изменения в связи с сознательной (практической) деятельностью человека. То есть углеродные органические соединения, сгорая в кислороде, приводятся в форму соответствующую условиям деятельности объективной закономерности. Специалисты не так уж обеспокоены этим. В этом плане они опираются на закон не исчезновения массы вещества.

А я образно описываю это обстоятельство таким образом: Представьте, что 2 вражеских фронта под названием объективная закономерность и природа стоят лицом к лицу. И места погибших солдат природы занимают солдаты

объективной закономерности. То есть ослабление природы может дать стимул более быстрой атаке объективной закономерности. Существующие климатические изменения, лесные пожары и др. можно считать именно результатом расширения деятельности объективной закономерности.

Я хотел бы отметить здесь один интересный нюанс; правда, сама гидросфера тоже имеет случайное происхождение, как и углеродные органические соединения. Однако в отличие от гидросферы углеродные органические соединения абсолютно противоположны объективной закономерности. То есть сама вода может быть в определенной степени использована как база энергии. Конечно, подобные явления требуют проведения широкомасштабных научных исследований.

Напоследок хочу отметить по поводу сути энергии следующее: могут ли имеющееся энергетические ресурсы, учитывая существующий расход энергии, удовлетворить потребности людей в энергии в течение периода, равного бесконечности? Следует учитывать, что вечность с точки зрения сильнейших биологических чувств между родителем и ребенком, отождествляется с

очень коротким периодом – примерно одной человеческой жизнью. Не кажется ли нам, что мы торопимся передать своим потомкам холодный мир без энергии.

Сегодня я смотрю с болью в сердце на огромные караваны автомобилей, мчащиеся на дорогах, и отождествляю их с армией, мобилизованной для трагического (незавершенного) конца света. Я воспринимаю это так: Несмотря на то, что энергетические ресурсы нахоятся на территории определенной страны, с точки зрения этой угрозы, они должны быть объявлены всемирным достоянием, и их использование должно быть осуществлено только на серьезных научных основаниях.

На самом деле это обращение можно оценивать как сигнал тревоги.

Библиографический список:

1)"Современная физика" П.А.Типлер, Р.А.Ллуэллин Москва "Мир" 2007

2)"Общий курс физики" Д.В.Сивухин Москва"Наука" 1985

3)"Основы теории електричества" И.Е.Тамм Москва "Наука"

Фомин Иван Игоревич
магистрант
Тольяттинский государственный университет
Направление подготовки магистратуры: «Техносферная безопасность»
Специализация: Управление промышленной безопасностью, охраной труда и окружающей среды в нефтегазовом и химическом комплексах. E-mail: fominivanstudentTGU@yandex.ru

Fomin Ivan Igorevich
graduate student
Togliatti state university
Master's courses: "Technosphere safety»
Specialization: «Management of industrial safety, labor protection and environment in oil and gas and chemical complexes. E-mail: fominivanstudentTGU@yandex.ru

УДК 504.75

СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ В ФИЛИАЛЕ ФБУЗ «ЦЕНТР ГИГИЕНЫ И ЭПИДЕМИОЛОГИИ В ХМАО-ЮГРЕ В ГОРОДЕ НИЖНЕВАРТОВСКЕ И НИЖНЕВАРТОВСКОМ РАЙОНЕ, В ГОРОДЕ МЕГИОНЕ И В ГОРОДЕ РАДУЖНОМ»

MODERN METHOD OF CONTROL OF AIR POLLUTION IN THE BRANCH FBUZ "CENTER OF HYGIENE AND EPIDEMIOLOGY IN KHMAO-YUGRA IN NIZHNEVARTOVSK AND THE NIZHNEVARTOVSK REGION, IN MEGION AND IN RADUZHNY»

Аннотация: Техногенная деятельность человечества является доминирующим фактором воздействия на окружающую среду. Получение объективных количественных данных об источнике неприятного запаха от конкретной установки или технологического процесса оборудованием ГАНК-4 – основное преимущества газоанализатора перед другими приборами.

Abstract: the Technogenic activity of mankind is the dominant factor of influence on the environment. Obtaining objective quantitative data on the source of odor from a particular installation or process equipment GANK-4 – the main advantages of the gas analyzer to other devices.

Ключевые слова: мониторинг, газоанализатор, ПДК, экологическая безопасность.

Key words: monitoring, gas analyzer, MPC, environmental safety.

Экологический контроль - важнейшая правовая мера обеспечения рационального природопользования и охраны окружающей среды от вредных воздействий, функция государственного управления и правовой институт охраны окружающей среды. Основываясь на роли экологического контроля в механизме охраны окружающей среды, его можно оценивать как важнейшую правовую меру. Именно посредством экологического контроля в основном обеспечивается принуждение соответствующих субъектов права окружающей среды к исполнению экологических требований. Меры юридической ответственности за экологические правонарушения применяются либо в процессе экологического контроля, либо с привлечением иных государственных органов.

Значительное место в проблеме обеспечения промышленной и экологической безопасности занимает оценка безопасности при нормальной эксплуатации путем мониторинга и аудита ее состояния на конкретном производственном объекте.

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека осуществляет контроль загрязнения атмосферного воздуха в соответствии с требованиями СанПиН 2.1.6.1032-01 "Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест", РД 52.04.186-89 "Руководство по контролю загрязнения атмосферы".

Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в ХМАО-Югре в городе Нижневартовске и Нижневартовском районе, в городе Мегионе и в городе Радужном» (далее – Бюджетное учреждение) является некоммерческой организацией, обеспечивающей деятельность Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Бюджетное учреждение осуществляет свою деятельность в соответствии с законами, Федеральными законами, актами Президента Российской Федерации и Правительства Российской Федерации, международными договорами Российской Федерации и актами Федеральной службы. Бюджетное учреждение осуществляет следующие основные виды деятельности:

1. Санитарно-гигиенические экспертизы, обследования, исследования, испытания и иные виды оценок экспертизы (в том числе при действиях в условиях гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций);
2. Обеспечение работы по проведению социально-гигиенического мониторинга, формирование федерального и регионального информационного фонда данных;
3. Проведение статистического наблюдения в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, в сфере защиты прав потребителей;
4. Обеспечение деятельности по государственному учету инфекционных заболеваний, профессиональных заболеваний, массовых профессиональных заболеваний (отравлений), вызванных вредным воздействием факторов среды обитания, в целях формирования государственных информационных ресурсов;
5. Обеспечение деятельности по регистрации лиц, пострадавших от радиационного воздействия и подвергшихся радиационному облучению в результате радиационных катастроф и инцидентов.

Техногенная деятельность человечества в настоящее время является доминирующим фактором воздействия на окружающую среду, что вызывает необходимость организации широкомасштабной и эффективной системы контроля за ее состоянием, особенно в крупных городах и вокруг экологически опасных объектов.

Примесями атмосферного воздуха природного происхождения, образующимися в результате химических и биологических процессов, являются такие газообразные вещества как аммиак, оксиды азота, метан, сероводород и др. Гниение органических веществ способствует поступлению в воздух сероводорода, аммиака. В результате брожения углеродистых веществ выделяется метан. Оксиды азота в небольших количествах образуются вовремя грозы при взаимодействии азота с кислородом.

Пылевые частицы от промышленных и природных источников также оказываются весьма существенным компонентом воздуха, хотя обычно они присутствуют в относительно небольших количествах. Природными источниками пыли являются действующие вулканы, ветровая эрозия почв, биологические процессы (пыльца растений), лесные пожары, выносы с поверхностей морей и океанов, а также космическая пыль.

В воздухе содержатся также микроорганизмы (бактерии, вирусы, плесневые грибки и др.). Патогенные микроорганизмы среди них встречаются редко и в ничтожных количествах.

Все другие соединения, изменяющие естественный состав атмосферы, попадающие в воздух из различных источников (в основном антропогенного происхождения), классифицируются как загрязнители.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются:

• промышленность (производство энергии, чёрная и цветная металлургия, химическая и нефтехимическая промышленность, предприятия по производству строительных материалов, горнодобывающая промышленность);

• транспорт.

Чистый воздух – это такое же богатство, как чистая вода. Любое государство принимает все возможные меры по ограничению загрязнения воздуха. Подавляющая часть загрязняющих веществ поступает в воздух от промышленных предприятий.

Химический анализ промышленных выбросов в атмосферу подразумевает определение количественных показателей веществ, содержащихся в воздухе, определение его физических и биологических загрязнений:

1. Физические загрязнения – тепловое, радиоактивное, электромагнитное, шумовое пылевое, влажностное, ионизационное и другие виды.
2. Химические загрязнения – газообразными веществами, летучими органическими соединениями, аэрозольными веществами и их смесями.
3. Биологические загрязнения – микроорганизмами, спорами, патогенными микробами.

Для сохранения чистоты атмосферы необходим тщательный и действенный контроль степени загрязнения воздуха.

Для борьбы с загрязнением атмосферного воздуха необходимы стандарты качества – предельно допустимые концентрации ПДК, на базе которых осуществляются все мероприятия по сохранению чистоты окружающей среды. Наличие стандартов качества воздуха позволяет направлять усилия по оздоровлению атмосферного воздуха более рационально, т.е. на мероприятия в тех регионах, где уровень загрязнений воздуха превышает ПДК.

В Бюджетном учреждении внедрены современные методы контроля загрязнения воздушной среды. В санитарно-гигиенической лаборатории используются приборы для отбора и исследования атмосферного воздуха, воздуха рабочей зоны: газоанализатор универсальный ГАНК-4, прибор контроля параметров воздушной среды МЭС-200А, аспиратор ПУ-4, аспиратор ПУ-2.

За последние годы внедрены в работу лаборатории несколько новых методов исследований по атмосферному воздуху, по воздуху рабочей зоны:

- ФР.1.31.2009.06144 «Методика выполнения измерений массовой концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе газоанализатором ГАНК-4(оксид углерода)».
- ФР.1.31.2010.06966 «Методика выполнения измерений массовой концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе газоанализатором ГАНК-4(пыль)».

Анализ воздуха рабочей зоны на содержание неорганических газов (CO, NO, NO2, NOX, NH3, SO2, H2S) проводится специалистами лаборатории газоанализатором ГАНК-4.

Газоанализатор ГАНК-4 является промышленным, автоматическим, непрерывно действующим прибором, в котором контролируемый газ поступает к датчику за счет диффузии или с помощью побудителя расхода воздуха. Газоанализатор предназначен для контроля и регистрации изменения концентрации загрязняющих химических веществ в воздухе рабочей зоны, в промышленных выбросах и в технологических процессах.

Газоанализатор ГАНК-4 также позволяет проводить измерения массовой концентрации взвешенных частиц (пыли) в воздухе рабочей зоны. Применяемый газоанализатор включен в реестр средств измерения и регулярно проходят периодическую поверку.

Таблица 3. Основные метрологические характеристики газоанализатора, используемого в лаборатории

Газоанализатор	Измеряемый показатель	Диапазон измерения	Погрешность
ГАНК-4	Взвешенные частицы (пыль) угарный газ (CO) оксид азота (NO) диоксид азота (NO2) сероводород (H2S) диоксид серы (SO2)	0-40 мг/м3 10-400 мг/м3 2,5-100 мг/м3 1-40 мг/м3 5-200 мг/м3 5-200 мг/м3	≤20%

Преимущества прибора ГАНК-4:

- Получение объективных количественных данных об источнике неприятного запаха от конкретной установки или технологического процесса.
- Оценка эффекта планируемых мероприятий по снижению выбросов пахучих веществ.
- Расчет формируемой в атмосферном воздухе концентрации запаха в окрестностях предприятия – источника неприятного запаха.
- Определение частоты появления запаха и продолжительности его действия.
- Оценка действия запаха на здоровье населения.
- Прибор может применяться в экологическом контроле, контроле производственных процессов и контроле качества пищевых продуктов и напитков.

- Масса прибора: 1 кг, габаритные размеры: 35,5 х 19 х 10 см, диапазон рабочей температуры: от 0° до 40°С.

Библиографический список:

Нормативные акты

1. Федеральный закон "Об охране атмосферного воздуха" от 04.05.1999 № 96-ФЗ. "Собрание законодательства РФ", 03.05.1999, № 18, ст. 2222.
2. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «Об охране окружающей среды». - "Собрание законодательства РФ", 14.01.2002, № 2, ст. 133.
3. Федеральный закон от 30 марта 1999 г. N 52-ФЗ "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения".
4. Приказ Минприроды РФ от 31.10.2008 № 300 «Об утверждении административного регламента Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по исполнению государственной функции по контролю и надзору за соблюдением в пределах своей компетенции требований законодательства Российской Федерации в области охраны атмосферного воздуха». - Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти от 8 июня 2009 г. № 23.
5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 19.12.2007 N 89 (ред. от 21.10.2016) "Об утверждении ГН 2.2.5.2308-07" (вместе с "ГН 2.2.5.2308-07. 2.2.5. Химические факторы производственной среды. Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Гигиенические нормативы"). - "Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти", № 11, 17.03.2008.
6. ГОСТ Р 56062-2014. Национальный стандарт Российской Федерации. Производственный экологический контроль. Общие положения (утвержден и введен в действие Приказом Росстандарта от 09.07.2014 № 711-ст).
7. Методическое пособие по расчету, нормированию и контролю выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (введено письмом Ростехнадзора от 24.12.2004 № 14-01-333).

Список литературы

1. И.В. Якунина, Н.С. Попов «Методы и приборы окружающей среды. Экологический мониторинг». Тамбов. Издательство ТГТУ. 2009.
2. Е. А. Севрюкова «Надзор и контроль в сфере безопасности» - Москва. Юрайт, 2014.

Науменко Павел Павлович
Naumenko Pavel Pavlovich
магистрант,
Донской государственный технический университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Ефимов Андрей Викторович
Efimov Andrey Viktorovich
доцент кафедры «Машины и оборудование
нефтегазового комплекса», канд. техн. наук,
Донской государственный технический университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

Киреев Сергей Олегович
Kireev Sergey Olegovich
заведующий кафедрой «Машины и оборудование
нефтегазового комплекса», д-р техн. наук, профессор, Донской государственный технический университет, Россия, г. Ростов-на-Дону

УДК 629.025

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕХАНИЗМОВ БЛОКИРОВОК ДИФФЕРЕНЦИАЛОВ С ЦЕЛЬЮ СОЗДАНИЯ МЕХАНИЗМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ БЛОКИРОВКИ ДИФФЕРЕНЦИАЛА ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ

ANALYSIS OF EXISTING MECHANISMS FOR LOCKING DIFFERENTIALS TO CREATE A MECHANISM OF AUTOMATIC DIFFERENTIAL LOCK FOR VEHICLES

Аннотация: в статье приводится анализ существующих механизмов блокировок дифференциалов, выявлены их основные достоинства и недостатки, с целью создания конструктивной схемы механизма автоматической блокировки дифференциала, подходящей для применения в автомобилях повышенной проходимости.

Abstract: the article analyzes the existing mechanisms of differential locks, identifies their main advantages and disadvantages, in order to create a constructive scheme of automatic differential lock mechanism suitable for use in off-road vehicles.

Ключевые слова: автомобиль повышенной проходимости, дифференциал, механизм блокировки дифференциала, крутящий момент, ось, полуоси, сателлиты.

Keywords: off-road vehicle, differential, differential lock mechanism, torque, axle, axles, satellites.

Введение

В настоящее время, большая часть запасов нефти и газа России сосредоточена в восточных и северных районах страны, а также на шельфах арктических и дальневосточных морей. Для освоения месторождений и проведения геологических разведок углеводородов в этих районах необходимо использовать современные нефтегазовое комплексы и оборудование, способные работать в суровых климатических условиях без сбоев и преждевременных выходов из строя. Основной трудностью является доставить габаритное оборудование в труднодоступные места северных районов страны, так как на этих территориях отсутствуют коммуникации, преобладает суровый климат и бездорожье. В нефтегазовой отрасли, в большинстве случаев, для перевозки оборудования используют автомобили и тягачи повышенной проходимости, способные передвигаться по бездорожью в труднодоступные места.

Нефтегазовая отрасль тесно связана с автомобильной промышленность, потому что освоение месторождений сложный процесс, требующий много ресурсов не только экономических, но и технических. Развитие автомобильной промышленности, в частности автомобилей повышенной проходимости, является важной задачей для нашей страны. Создание надёжных и качественных узлов автомобилей повышенной проходимости позволит без труда преодолевать бездорожье, перевозить необходимое оборудование и осваивать месторождения углеводородов.

Одним из основных узлов автомобилей является дифференциал. Дифференциал служит для распределения крутящего момента, поступающего от главной передачи, между полуосями ведущих

колес. Крутящий момент постоянен, но соотношение его величины на ведущих колесах в определенных ситуациях должно быть различным.

Блокировка дифференциала – один из наиболее эффективных способов повышения проходимости колёсных автомобилей, поэтому разработка механизма автоматической блокировки дифференциала является актуальной темой исследования [3].

Анализ существующих типов блокировок дифференциалов

Блокировать работу механизма можно методом прямого соединения его корпуса с нагруженной полуосью или ограничив возможность сателлитов вращаться.

Блокировка имеет следующие виды:

1. Полная – величина передаваемого крутящего момента достигает 100 %. Детали узла соединяются жестко, лишая его возможности выполнять свои функции.
2. Частичная – крутящий момент в определенном соотношении распределяется дифференциалом принудительно и за счет ограничения работы его составных частей.

В зависимости от степени участия водителя, блокировка дифференциала может производиться в ручном или автоматическом режиме:

Принудительную блокировку выполняет водитель по мере необходимости (ручная блокировка). Для этого используют шлицевую или кулачковую муфту.

Главными недостатком жесткого варианта блокировки дифференциала считается дополнительная нагрузка трансмиссии и возложение дополнительных функций на водителя, человек не всегда может вовремя среагировать на ситуацию на дороге, чтобы остановится и включить блокировку дифференциала.

Преимущество дифференциалов, блокировка которых происходит принудительно и осуществляется водителем вручную – они не влияют отрицательно на управляемость транспортного средства в обычном режиме, однако способны обеспечить максимально эффективную работу всех колёс при включенной блокировке.

Самоблокирующийся дифференциал накладывает ограничения на работу автоматически (автоматическая блокировка). Необходимость блокировки и ее степень определяются разностью крутящих моментов на полуосях ведущих колес или их угловых скоростей. Некоторые разновидности таких систем используют датчик блокировки дифференциала.

Главным недостатком такого типа блокировки дифференциала является то, что при вхождении автомобиля в поворот такой механизм стремится крутить ведущие колёса машины с одинаковой скоростью. В итоге автомобиль пытается ехать прямо, несмотря на повороты руля, совершаемые водителем. Тем не менее, самоблокирующийся дифференциал обладает и некоторыми весомыми преимуществами. Так, стоимость его сравнительно доступна, а монтаж проводится легко и быстро. Помимо того, устройство такого типа не требует от водителя каких либо дополнительных действий. Помимо повышенной внимательности при выполнении тех или иных манёвров. К тому же самоблокирующийся дифференциал не способен передавать весь крутящий момент на одно из колёс, что практически полностью исключает вероятность поломки полуосей неопытным водителем.

Виды блокирующих устройств

Устройство блокировки узла зависит от его типа и применяемого механизма. Различный функционал накладывает ограничения и определяет возможность использования в межколесных или межосевых дифференциалах.

Кулачковое блокирующее устройство

Принудительная блокировка ручным способом осуществляется кулачковой муфтой (рисунок 1). Муфта выполняет полную блокировку механизма, жестко соединяя его корпус с нагруженной полуосью.

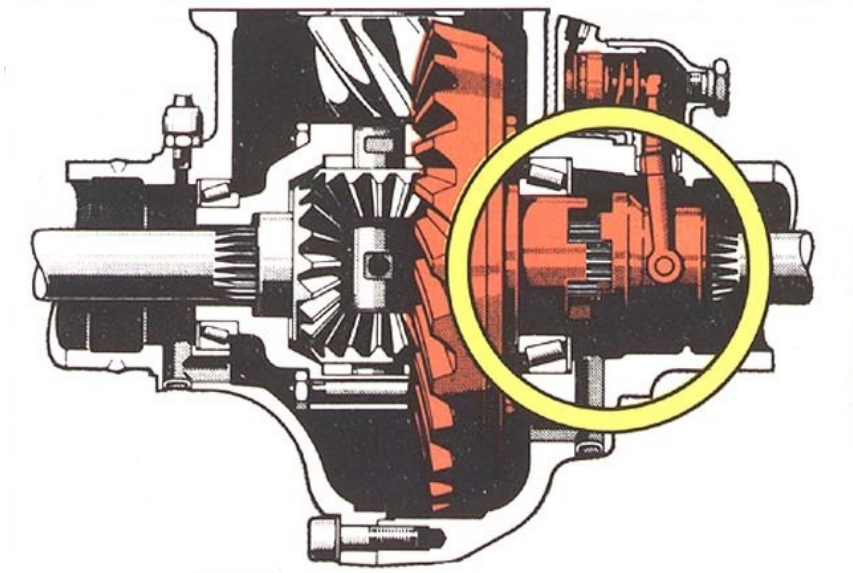


Рисунок 1 – Кулачковое блокирующее устройство

Самоблокирующийся дифференциал и его разновидности

Устройство самоблокирующегося (автоматического) дифференциала использует принцип повышения сил трения при изменении условий нагрузки на полуоси ведущих колес. Поэтому его другое название – «дифференциал повышенного трения» или LSD (Limited Slip Differential).

Самоблокирующийся дифференциал имеет четыре основные разновидности, зависящие от способа увеличения трения:

1. дисковый
2. червячный
3. вискомуфта
4. электронная блокировка

Дисковый механизм. Дифференциал повышенного трения, в котором применяется дисковая муфта (рисунок 2), использует принцип автоматической блокировки при изменении угловых скоростей полуосей: чем больше их разность, тем выше степень перераспределения крутящего момента [1] .

Рисунок 2 – Дисковый механизм

В LSD этого вида трение создается между пакетами фрикционных дисков. Один фрикционный пакет имеет жесткое соединение с чашкой дифференциала, другие – с полуосями.

Червячный механизм. Сателлиты и полуоси, имеющие в качестве привода червячную передачу, нашли широкое применение для создания LSD, который блокируется за счет разности крутящих моментов (рисунок 3).

Рисунок 3 – Червячный механизм

Такая система LSD с червячным приводом называется Torque Sensing (чувствительность к крутящему моменту) или сокращенно – Torsen [2]. Принцип работы червячного механизма предельно прост: повышение крутящего момента на одной полуоси приводит к частичной блокировке и его передаче на другую полуось. При этом никаких дополнительных систем или узлов не требуется: червячный узел является изначально самоблокирующимся за счет свойств привода, в котором червячную шестерню не могут приводить в движение другие шестерни.

Червячный привод используют в межколесных и межосевых дифференциалах различных типов машин.

Вискомуфта. Вискомуфта состоит из набора близко размещенных между собой перфорированных дисков, помещенных в герметичный корпус с силиконовой жидкостью, которые соединены с чашкой и приводным валом (рисунок 5).

Рисунок 5 – Вискомуфта

При равенстве угловых скоростей узел работает в обычном режиме. Его блокировка происходит, когда скорость вращения вала увеличивается: диски, расположенные на нем, увеличивают скорость вращения и, перемешивая силикон, приводят к его затвердеванию. Диски чашки принимают и передают крутящий момент на другой вал, усиливая его тяговую мощность.

LSD, функции блокировки в котором выполняет вискомуфта, имеет большие габаритные размеры и применяется в межосевых дифференциалах. Также вискомуфта может работать в полноприводном автомобиле в качестве дифференциала, полностью выполняя его функционал.

Но у нее есть серьезный недостаток: возможный перегрев и периодическая несовместимость с ABS. Это привело к тому, что в современных автомобилях вискомуфта используется крайне редко.

Электронная блокировка. Дифференциал повышенного трения, в котором используется система электронной блокировки, реагирует на изменение угловых скоростей ведущих колес.

Управление дифференциалом производится с помощью программного обеспечения. В случае увеличения скорости вращения одного колеса в тормозной системе создается давление, и его скорость снижается. При этом тяговая мощность становится выше, а крутящий момент передается на другое колесо.

Таким образом, дифференциал не оснащается дополнительными элементами и не блокируется, то есть не является LSD по сути. Перераспределение крутящего момента и выравнивание угловых скоростей производится под действием тормозной системы, которая программно управляется антипробуксовочной системой.

Вывод

Блокировка дифференциала – важная функция, обеспечивающая безопасность движения и улучшающая управляемость автомобиля в критических ситуациях. Возможность автоматически заблокировать буксующее колесо или ось освобождает водителя от дополнительных действий при смене дорожного покрытия. Разработка схемы и модели механизма автоматической блокировки дифференциала, в которой будут учитываться недостатки существующих видов блокировок, позволит создать автомобили повышенной проходимости с хорошей управляемостью и уменьшить нагрузки на трансмиссию и шины автомобиля

Библиографический список:

1. Андреев А.В., Ванцевич В.В., Лефаров А.Х. Дифференциалы колесных машин / Под ред. Лефарова А.Х. -М.: Машиностроение, 1987. - 176 с.: ил.

2. Лефаров А.Х. Дифференциалы автомобилей и тягачей. -М.: Машиностроение, 1972. - 142 с.: ил.

3. Лефаров А.Х. О применении блокирующихся дифференциалов // Автомобильная промышленность. 1962. - №11. - С. 16-18.

Гладков Роман Викторович
Gladkov Roman Viktotrovich
канд. техн. наук, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище
E-mail: gladkov-80@mail.ru

Пархоменко Александр Викторович
Parhomenko Aleksandr Viktotrovich
доцент, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище

Кудрявцев Владимир Иванович
Kudryavcev Vladimir Ivanovich
канд. техн. наук, доцент, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище

Зарайский Денис Александрович
Zaraysky Denis Aleksandrovich
Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище

УДК 625.08

КРАТКИЙ ОБЗОР КОНСТРУКЦИЙ ХОДОВОЙ ЧАСТИ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН

A BRIEF OVERVIEW OF THE UNDERCARRIAGE STRUCTURES OF TRACKED VEHICLES

Аннотация: В статье приведен краткий обзор некоторых конструкций ходовой части гусеничных машин, рассмотрены их недостатки и преимущества, а также принцип работы.

Abstract: the article gives a brief overview of some designs of the chassis of tracked vehicles, their advantages and disadvantages, as well as the principle of operation.

Ключевы слова: безопасная шина, массивная резиновая упругая вставка, поток тепла

Keywords: safe tire, solid rubber elastic insert, heat flow.

Каждый в отдельности компонент ходовой части гусеничных машин – ведущие и направляющие колеса, опорные и поддерживающие катки, траки, башмаки, пальцы, втулки и ходовые рамы – выглядит относительно простой и понятной деталью [1]. Но когда эти компоненты собраны в единую систему и составляют ходовую часть гусеничной машины, получается сложный механизм, на долю которого может приходиться половина и больше всего объема ремонтных работ по гусеничной машине за весь его срок службы [3].

Пальцы во втулках представляют собой шарниры гусеничной цепи, благодаря которым полотно огибает ведущее и направляющее колеса. В самом общем виде ходовые части гусеничных машин можно разделить по конструкции шарнира и способам смазки пальцев и втулок.

Так называемая «сухая цепь», в которой смазка между пальцем и втулкой не предусмотрена, почти не используется в современных гусеничных машинах. Кроме того, гусеницы «сухого» типа продаются как запчасти, поскольку они дешевле оригинальных смазываемых гусениц и могут стать хорошей альтернативой, когда машина почти отслужила свое и использовать дорогие запчасти нет смысла.

Противоположностью «сухим» цепям являются гусеницы со смазываемыми втулками, в частности «с закрытым шарниром с консистентной смазкой», в которых между пальцем и втулкой закладывается консистентная смазка. Одним из преимуществ смазываемых гусениц является более низкий шум при работе по сравнению с «сухими» гусеницами.

Гусеничные цепи третьего, относительно нового типа обычно называют «с закрытым шарниром с жидкой смазкой». В конструкцию их шарнира входят палец с полостью, заполненной маслом, и уплотнение из армированного полиуретана и резины. Через радиальный канал малого диаметра масло из полости поступает в кольцевой зазор между втулкой и пальцем. При сборке узла герметизирующая резиновая заглушка вставляется в небольшое отверстие в торце пальца, а через «иглу», вставленную в заглушку, вакуумным насосом можно откачивать воздух, проникающий через

микроскопические поры в зазор между пальцем и втулкой, давая возможность маслу заполнить зазор.

Гусеничная цепь с консистентной смазкой стоит дороже, чем «сухая», а цепь с «жидкой смазкой» – еще дороже, однако два последних типа широко используются, поскольку износ в зазоре между пальцем и втулкой в них значительно меньше, чем в «сухих» цепях. Увеличение срока службы за счет смазки, как утверждают производители, с избытком компенсирует повышение стоимости.

Также существуют гусеницы с резинометаллическим шарниром. У них между пальцем и траком находится резиновая втулка, изгиб в местах сочленения траков происходит за счет эластичности резины. Применяются и шарниры с игольчатыми подшипниками в качестве втулки. Благодаря такой конструкции ресурс гусеницы возрастает, но значительно увеличивается и ее сложность [2].

Как только новая гусеничная машина попадает в грязь, неизбежно начинается износ ее ходовой части. Ведущее колесо перемещает гусеничное полотно, упираясь во втулки, а траки гусеничной цепи касаются направляющих колес и катков. При этих взаимодействиях металл постепенно стирается. Когда между трущимися парами попадают различные абразивные частицы, а также когда грунтозацепы траков погружаются в твердый грунт и на детали ходовой части действуют высокие нагрузки, процесс износа ускоряется. Чем выше скорость работы машины, тем быстрее изнашивается ходовая часть лишь потому, что возрастают нагрузки в ее узлах.

В «сухой» цепи в результате движения пальца относительно втулки изнашиваются одна сторона пальца и соответствующая сторона внутренней поверхности втулки. В результате геометрия пальца–втулки нарушается, шаг гусеничной цепи, т. е. расстояние между осями пальцев, по мере износа увеличивается. В результате увеличения шага цепь удлиняется, натяжение ее ослабевает, и она «провисает», а зона контакта втулки с зубьями ведущего колеса смещается с правильного места, ускоряется износ и зубьев колеса, и наружной поверхности втулки. Кроме того, при чрезмерном удлинении гусеница может соскочить с колес при поворотах машины.

Хотя подобные движения совершают и пальцы с втулками в гусеничных цепях «с консистентной смазкой» и «с жидкой смазкой», благодаря присутствию смазки износ в них значительно меньше, и соответственно шаг гусеничного полотна в меньшей степени увеличивается, меньше изнашиваются зубья ведущего колеса и наружные поверхности втулок. Тем не менее, во время работы происходит «нормальный» износ зубьев ведущего колеса и наружных поверхностей втулок «смазываемых» гусениц. По мере износа диаметр ведущего колеса уменьшается, в результате расстояние между зубьями начинает отличаться от шага гусеничного полотна, даже если расстояние между осями пальцев остается без изменений. Втулки в результате несовпадения шага цепи и расстояния между зубьями колеса скользят по зубьям, и в конце концов из-за износа наружных поверхностей втулок придется разворачивать на 180° пальцы и втулки.

Однако специалисты расходятся во мнениях, как лучше восстанавливать гусеничную цепь с закрытым шарниром и жидкой смазкой. Некоторые считают, что следует установить новые уплотнения и стопорные кольца, а потом заполнить масляные полости в пальцах – такая технология восстановления позволяет полностью использовать остающийся ресурс траковой цепи. Другие специалисты считают, что стопорные кольца в проушинах траков могут повредить концы втулок и это будет препятствовать новым уплотнениям эффективно выполнять свои функции. Поэтому, считают они, более рационально просто разобрать узел палец–втулка, заполнить консистентной смазкой и вновь собрать, не заменяя деталей.

Иногда левая и правая гусеницы изнашиваются неодинаково, и, чтобы продлить срок их службы, рекомендуется менять их местами вместе с ведущими колесами. Разница в длине гусениц не должна превышать 10% шага звена.

В гусеничных цепях всех типов палец вращается во втулках при движении цепи вокруг ведущего и направляющего колес. Но наиболее сложно происходит процесс износа при трении зубьев ведущего колеса и наружных поверхностей втулок гусеничной цепи. В конечном итоге в результате износа образуется «карман» у основания зуба. Изменения направления движения гусеницы способствуют увеличению износа у основания зуба, потому что втулка скользит по впадине между зубьями, когда машина меняет направление движения. Машины «с поднятым ведущим колесом» менее подвержены такому износу, поскольку при такой конструкции втулки гусеничной цепи меньше контактируют с ведущим колесом.

Проверка натяжения гусеничной ленты и люфта подшипников.

Износ сторон зуба, работающих при заднем и переднем ходе, и втулок гусеничной цепи значительно возрастет, если натяжение цепи будет выше нормального. Причиной может быть либо неправильная регулировка, либо засорение грязью впадин между зубьями ведущего колеса. Грязь может набиваться и уплотняться во впадинах между зубьями ведущего колеса, и тогда диаметр колеса как бы увеличивается. Натяжение гусеничного полотна и давление на зубья ведущего и направляющего колес и на катки увеличивается, из-за чего ускоряется износ всех этих деталей, заклинивает гусеницы, происходят деформации гусеничных тележек и полуосей. Например, если провисание обычной гусеничной цепи с овальным обводом равно 12 мм, значит, она работает с натяжением, в 7 раз превышающим то, которое имеет место при нормальном провисании цепи 50 мм.

Когда чрезмерно натянутая гусеничная цепь движется вперед, втулки сначала вступают в контакт со стороной зуба ведущего колеса, работающей при заднем ходе (около вершины зуба), и затем скользят по зубу до стороны, работающей при переднем ходе. Подобным образом при движении чрезмерно натянутой цепи назад втулка стремится сначала коснуться стороны зуба, работающей при переднем ходе, а затем скользит по зубу до стороны, работающей при движении назад. В результате интенсивному износу подвергаются и сторона зуба, работающая при переднем ходе, и втулка.

Износ подшипников, на которых вращаются ведущие и направляющие колеса и катки ходовой части, тоже следует проверять. В повороте внутренние и наружные обоймы подшипников перекашиваются, нарушается нормальный контакт шариков или роликов с обоймами и происходит усталостное разрушение рабочих поверхностей деталей подшипников.

Освободив катки от нагрузки (приподняв одну сторону машины домкратом), перемещают каток в осевом направлении (например, с помощью лома) в обе стороны и измеряют индикатором люфт. Если конструкция позволяет, так же измеряют осевой люфт подшипников направляющего колеса. Для различных машин допустимый люфт составляет 0,2…1,5 мм. Осевой люфт подшипников регулируют с помощью прокладок или регулировочной гайкой, либо подшипники заменяют.

Библиографический список:

1 Ходовая часть гусеничных машин – General Attachment [Электронный ресурс]. – Материалы компании General Attachment http://www.gamolot.ru/articles/69/.

2 Наумов, В. Н. Основы теории и проходимости транспортных вездеходов [Текст] / В. Н. Наумов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1988. – 120 с.

3 Платонов, В. Ф. Гусеничные транспортеры тягачи [Текст] / В. Ф. Платонов, А. Ф. Белоусов, Н. Г. Олейников, Г. И. Карцев. – М. : Машиностроение, 1978. – 352 с. – Библиогр.: с. 350–352.

Таттибеков Конысбек Сатиевич
Tattibekov Konysbek
к.ф.-м.н., доцент, физико-математический факультет, Таразский государственный педагогический университет, г.Тараз, Республика Казахстан.
E-mail: konsbek@mail.ru

УДК 537.84

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ ДЛЯ ОДНОЙ КВАЗИЛИНЕЙНОЙ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ

COMPUTING EXPERIMENT FOR ONE QUASILINEAR SYSTEM OF EQUATIONS

Аннотация: В статье проведена численная реализация задачи Коши для системы нелинейных эволюционных уравнений, описывающие магнон-фононные взаимодействия в 1Д магнетиках. С помощью Фурье - анализа проводится выбор алгоритма расчета. На основе разработанной методики проведены численные расчеты и анализ результатов.

Abstract: The numerical realization of the Cauchy problem for a system of nonlinear evolution equations describing magnon-phonon interactions in 1D magnets is carried out in the paper. Fourier analysis is used to select the calculation algorithm. Based on the developed methodology, numerical calculations and analysis of the results are carried out

Ключевые слова: разностная схема, задача Коши, устойчивость, коммутатор, антикоммутатор, магнон-фонон, Ландау-Лифщиц.

Keywords: difference scheme, Cauchy problem, stability, commutator, anticommutator, magnon-phonon, Landau-Lifshitz.

Исследование нелинейных динамических систем - одна из важнейших задач теоретической и математической физики. Прежде всего это вызвано тем, что нелинейные поведения свойственны большинству реальных процессов и уравнения описывающие их используются в самых различных областях естествознания.

Для изучения динамики нелинейных волн и солитонов в магнитоупорядоченных кристаллах часто используют макроскопическое описание магнетиков на основе уравнения Ланда-Лифщица (ЛЛ) [1]:

$\vec{S}_t = \vec{S} \times \vec{S}_{xx} + \vec{S} \times J\vec{S}$,

где $\vec{S} = (S_1, S_2, S_3), |\vec{S}| = 1, J = diag(j_1, j_2, j_3)$, $\times$ - означает векторное произведение в R^3.

Уравнение ЛЛ явно не учитывает деформацию решетки. При температурах отличных от нуля, атомы ферромагнетика не являются неподвижными, а совершают малые колебания около положений равновесия - узлов кристаллической решетки. Из за этого меняется энергия обменного взаимодействия и возникают взаимодействия между спиновыми волнами и колебаниями решетки (фононами). Поэтому актуален вопрос о математическом исследовании моделей соответствующих ферромагнетикам с деформируемой решеткой. В этой работе проведена численная реализация задачи Коши для одной системы нелинейных эволюционных уравнений, описывающей магнон-фононные взаимодействия в 1Д магнетиках.

Рассмотрим задачу Коши для системы нелинейных эволюционных уравнений, предложенной в работах [2]:

$$4iS_t = 2[S, S_{xx}] + (2u + (S, \sigma_3))[S, \sigma_3],$$

$2(u¿¿t + u_x) - \lambda ¿¿$

Где $S = \sum_{i=1}^{3} S_i \sigma_i$, σ_i - матрицы Паули:

$$\sigma_1 = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, \sigma_2 = \begin{pmatrix} 0 & -i \\ i & 0 \end{pmatrix}, \sigma_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix};$$

$S(x,t), u(x,t)$ - неизвестные функции, индексы x, t означают соответствующие частные производные по этим переменным, $\alpha, \beta, \Delta, \lambda$ - посстоянные действительные числа (параметры уравнений), [,]- коммутатор, {,} - антикоммутатор.

Неизвестная матрица-функция $S(x,t)$ должна удовлетворят условию

$$S^2 = I,$$

где I - единичная 2x2 матрица, или в "компонентах"

$$S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 = 1.$$

Вектор $\vec{S} = (S_1, S_2, S_3)$ описывает классический спин атомов магнетика, скалярная функция $u(x,t)$ характеризирует деформацию решетки – смещение атома.

Для численного решения системы уравнений удобно перейти от спинового вектора $\vec{S}$ к функциям p, q с помощью формул:

$$S_1 = \frac{2p}{1+p^2+q^2}, S_1 = \frac{2p}{1+p^2+q^2}, S_1 = \frac{1-p^2-q^2}{1+p^2+q^2},$$

которые согласуются с условием $S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 = 1.$

Тогда, система перепишется в виде

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial^2 q}{\partial x^2} = 2\frac{2pp_x q_x - q\left(p_x^2 - q_x^2\right)}{1+p^2+q^2}\left(\Delta S_3 + u\right)q, \tag{1а}$$

$$\frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = -2\frac{2qp_x q_x + p\left(p_x^2 - q_x^2\right)}{1+p^2+q^2}\left(\Delta S_3 + u\right)p, \tag{1б}$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} = \frac{-\lambda}{2}\left(S_3\right)_x = 0. \tag{1в}$$

В дальнейшем нас будут интересовать эволюция движения волн на оси *x*, имеющие локальные изменения в начальный момент времени, т.е. для уравнений (6.1) рассмотрена задача Коши с начальными условиями

$$p(x,0) = p_0(x), q(x,0) = q_0(x), u(x,0) = u_0(x), \tag{2}$$

для $|x| < \infty$, *где* $p_0, q_0 u_0$ - известные функции.

Система уравнений (1) является квазилинейной. Указать точные решения соответствующей задачи Коши вида (1)-(2) представляется невозможным. При некоторых упрощениях точные решения рассматриваемой задачи получены в работе [4]. Следовательно, для детального изучения решений задачи (1)-(2) необходимо использовать приближенные методы.

На практике для численного решения нелинейных уравнений математической физики широко применяется конечно - разностные методы. Суть данного метода заключается в том, что область непрерывного изменения аргумента *x* заменяется конечно-разностной сеткой, а дифференциальные операторы, определяющие уравнения - разностными соотношениями. При этом решение дифференциальной задачи сводится к решению системы разностных равнений [5].

В данной работе рассматривается численное решение задачи Коши для системы (1)-(2) конечно-разностными методами. С помощью Фурье - анализа проводится выбор алгоритма расчета, который является надежным по устойчивости и эффективным по соображениям численной реализации решений. Исследование устойчивости проведено в случае модельных уравнений. На основе разработанной методики проведены численные расчеты и анализ результатов.

Выяснения вопросов устойчивости решения используемых в дальнейшем разностных схем для нелинейных уравнений (1) в общем случае является затруднительным. Поэтому для получения практических рекомендации выбора шагов сетки τuh ограничимся исследованием устойчивости разностных схем для следующих уравнений, соответствующие линейной части системы (1а), (1б)

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \frac{\partial^2 q}{\partial x^2} = 0, \frac{\partial q}{\partial t} + \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} = 0. \tag{3}$$

Для системы (3) рассмотрим разностные схемы вида

$$p_t^{n+1} + \Lambda_h\left[\sigma q^{n+1} + (1-\sigma)q^n\right] = 0, \tag{4}$$

$$q_t^{n+1} - \Lambda_h\left[\sigma p^{n+1} + (1-\sigma)p^n\right] = 0,$$

где Λ_h - разностный оператор второй производной

$p_t^{n+1} = (p^{n+1} - p^n)/\tau, \sigma$ - некоторый вещественный параметр.

Легко показать, что разностная схема (4) аппроксимирует систему уравнений (3) с порядком $O(\tau(\sigma - 0.5) + \tau^2 + h^2), m.e.$ *для* $\sigma \neq 0.5$ имеет первый порядок аппроксимации по τ, a *при* $\sigma = 0.5$ - второй.

Исследование устойчивости разностной схемы (4) проведем методом Фурье согласно критерию фон-Неймана [3]. В этом случае для множителей перехода гармоник получим следующее дисперсионное соотношение

¿=0

где $d=4k\sin^2\left(\frac{\xi}{2}\right), k=\frac{\tau}{h^2}, \xi=kh, k$- соответствующий номер гармоники. Отсюда имеем, что

¿

Следовательно, множители перехода гармоник от одного временного слоя к другому временному слою удовлетворяют соотношению

$$\lambda_{1,2}=\frac{1\mp id(1-\sigma)}{1\pm id\sigma}.$$

Итак,

$$|\lambda_{1,2}|^2=\frac{1+d^2(1-2\sigma+\sigma^2)}{1+d^2\sigma^2}.$$

Отсюда видим, что, если $\sigma\geq 1/2, mo|\lambda_{1,2}|\leq 1$, т.е.согласно критерия фон-Неймана разностная схема устойчива в норме пространства $L_{2,h}(\infty,\infty)$ по начальным данным. Заметим, что явная разностная схема, соответствующая при $\sigma=0$ является абсолютно неустойчивой.

Для линейной системы (3) теперь рассмотрим разностные схемы более общего вида

$$p_t^{n+1}+\Lambda_n\left[\sigma q^{n+1}+(1-\sigma)q^n\right]+\tau(0.5-\sigma)\Lambda_h\Lambda_h\left[\alpha p^{n+1}+(1-\alpha)p^n\right]=0,$$
$$q_t^{n+1}+\Lambda_n\left[\sigma p^{n+1}+(1-\sigma)p^n\right]+\tau(0.5-\sigma)\Lambda_h\Lambda_h\left[\alpha q^{n+1}+(1-\alpha)q^n\right]=0,$$

Можно показать, что последние разностные соотношения аппроксимирует дифференциальные уравнения на решении с порядком $O(\tau^2+h^2)$ при малых значениях параметров σ и α. При этом используются следующие соотношения, являющиеся следствием уравнений (3)

$$p_{tt}=-p_{xxxx}, q_{tt}=-q_{xxxx},$$
$$q_{xxt}=p_{xxxx}, p_{xxt}=-q_{xxxx}.$$

Множитель перехода простейших гармоник для разностных соотношении апроксимируется выражением

$$Q=\frac{1-(1-\alpha)d^2(0.5-\sigma)+id(1-\sigma)}{1+\alpha d^2(0.5-\sigma)+id\sigma}$$

После несложных выкладок можно показать, что критерий фон-Неймана будет выполнен, если

$(1-2\alpha)d^4$ ¿

Т.е. если $\alpha\geq 1/2$, то разностная схема также устойчива по начальным данным в норме пространства $L_{2,h}$ *при малых* σ.

Заметим, что среди семейства разностных схем вида (6.5) наиболее привлекательны случаи, когда $\sigma=\alpha=0$ и $\alpha=0$. В первом случае расчеты ведутся по явным формулам, а во втором случае для нахождения параметров задачи на верхнем временном слое можно ограничиваться использованием формул трехточечной матричной прогонки. Однако в обоих случаях, как показывает вышеприведенный анализ, соответствующие разностные схемы являются абсолютно неустойчивыми.

Руководствуясь вышеуказанными соображениями, будем рассматривать схему вида (4) с $\sigma=1$. Тогда соответствующие разностные выражения для уравнений (1а), (1б) будут иметь вид

$$\begin{aligned} p_t^{n+1}+q_{x\dot{x}}^{n+1}&=f(t_n,x),\\ q_t^{n+1}+p_{x\dot{x}}^{n+1}&=g(t_n,x),\end{aligned} \qquad (5)$$

где функции f и g соответствуют правым частям выражений (1а), (1б) соответственно, вычисленные в узлах сетки в момент времени $t_n=n\tau$.

Для аппроксимации уравнения смещения (1в) использовано соотношение

$$u_t^{n+1}+u_{x^0}^n=-(S_3)_{x^0}^n+\frac{\tau\delta}{2}u_{x\dot{x}}^n, \qquad (6)$$

где δ - некоторый вещественный параметр.

Разностная схема (6) при $\lambda=0, \delta=1$ соответствует схеме Лакса-Вендроффа, аппроксимирующая уравнение смещения с порядком $o(\tau^2+h^2)$.

Основные расчеты были проведены по разностной схеме (5), (6) при сравнительно малых значениит $(\tau = 0.001 - 0.005)$. Сходимость численного решения проверялась по последовательности сеток с числом узлов $N = 1001, 2001$ при различных τ. Сходимость в норме пространства $L_{2,h}$ удовлетворительная. В худщем случае, когда $\Delta = 50, \lambda = 1$ относительная погрешность оставляла $\approx 2\%$.

Графики результатов численных расчетов показывают процесс распространения гармонических волн. Расчеты проведены для N = 2001 на промежутке $[-20,20], m.e. с шагом h = 0,02$.

Функции $S_1(x,t), S_2(x,t)$ имеющие в начальный момент времени форму уединенных волн, по истечении времени продолжают распадаться на волн меньшей амплитуды. Причем с увеличением количества волн, уменьшаются их амплитуды, и при больших значениях времени $(t \approx 5) S_1(x,t), S_2(x,t) \to 0$. Функция $S_3(x,t)$ имеющая в начальный момент форму уединенной волны с течением времени продолжает уменьшат свою амплитуду и при больших $t (t \approx 5) S_3(x,t) \to 1$. Функция $u(x,t)$ не меняя свою профиль, двигается в положительном направлении оси x.

Библиографический список:

1 Косевич А.М.,Иванов Б.А., Ковалев А.С. Нелинейные волны намагниченности. Динамические и топологические солитоны. -Киев:Наукова думка, 1983. -192с.

2 Мырзакулов Р. Новые солитонные модели 1D магнетиков с деформируемой решеткой /Изв.АНКаз ССР, сер. физ.-мат., 1989, №6, с. 7-10.

3 Ковеня В.М., Яненко Н.Н. Метод расщепления в задачах газовой динамики.- Новосибирск:Наука, 1981. -304с.

4 Таттибеков К.С. Солитоны в одной магнитоупругой модели / Материалы X международной научно-практической конференции «Ключевые вопросы современной науки»/Т31.Математика. София,2014,с.11-15.

5 Самарский А.А. Теория разностных схем. М:Наука, 1983. 616 с.

Щетинина Надежда Ефимовна
преподаватель кафедры математики и информатики,
гуманитарно-технического факультета.
«Ставропольский государственный педагогический институт»
в г. Ессентуки, (Филиал СГПИ в г. Ессентуки),

Shchetinina Nadezda Efimovna
Math's and IT Chair teacher .
«Stavropol State Pedagogical Institute» in Essentuki,
(Branch of SGPI in Yessentuki),
E-mail: shetinina-2011@mail.ru

УДК 519.688

КВАНТОВЫЙ КОМПЬЮТЕР

QUANTUM COMPUTER

Аннотация. В статье рассказывается о техническом прогрессе в области квантовой физике. Создание такого квантового устройства является новым этапом в развитии человечества. Рассмотрен принцип работы нового компьютера, перечислены задачи, которые позволят решать данное квантовое устройство.

В статье рассказывается о том, что технология создания вычислительных систем уже появилась. Да и сам квантовый компьютер уже существует.

Annotation. The article describes the technical progress in the field of quantum physics. The creation of such a quantum device is a new stage in the development of mankind. There considered the new computer principle of operation and there listed the tasks that will allow solving this quantum device. The article says that the technology of creating computer systems has already appeared. And the quantum computer itself already exists.

Ключевые слова: Квантовый компьютер; человечество; кубиты; квантовая механика; информация; мощность; процессор; технология.

Keywords: Quantum computer; humanity; qubits; quantum mechanics; Information; power; processor; technology.

Создание квантового компьютера, вероятно, стало одним из главных прорывов в истории технического прогресса. Многие уже слышали о нем, но не знают, что он собой представляет, и какие задачи можно решать с его помощью. Квантовый компьютер на протяжении многих лет пытались создать ученые всего мира. Его появление на обложке журнала Time говорит о популярности данного проекта.

В настоящее время исследованием квантового компьютера занимаются многие крупные корпорации: Microsoft, Google, IBM и др. Их представители утверждают, что разработка такого компьютера будет сравнима с созданием в свое время классических компьютеров, которыми человечество пользуется сейчас.

Что такое квантовый компьютер?

Это вычислительное устройство, в основе работы которого лежат принципы квантовой механики. Она считается одним из самых сложных разделов физики. Квантовая механика изучает работу квантовых систем и их отдельных элементов. Эта наука зародилась в начале XX столетия. Существует противоречие квантовой механики общей теории относительности, поскольку квантовая частица может одновременно находиться в разных состояниях и в нескольких местах.

В начале XXI века все границы применения электрических схем для разработки вычислительных устройств были достигнуты. С решением новых задач, встающих перед человечеством, классические компьютеры уже не справятся. Например, ни один современный компьютер не сможет разложить большие числа на множители. Если бы кто-то умел быстро это делать, ему стали бы доступны транзакции во все мировых банках.

Квантовые компьютеры демонстрируют свою вычислительную мощность, которой невозможно достичь при использовании современных компьютеров. Также современные

компьютеры не умеют моделировать квантовые системы и молекулы ДНК. Это позволяет сделать вывод, что квантовые компьютеры в настоящее время необходимы, поскольку они позволят решить вышеперечисленные и многие другие проблемы.

Как работает квантовый компьютер?

В основе работы классического компьютера лежит обработка информации бинарного кода, состоящего из нулей и единиц, при помощи кремниевых чипов и транзисторов. Минимальная единица информации бит может быть в двух базовых состояниях: 0 и 1. Изменение этих состояний легко контролируется: объекты либо находятся в конкретном месте, либо – нет. Таким образом, многие физические объекты реального мира при помощи сложных комбинаций битов переносятся в мир виртуальный. Квантовый компьютер будет работать на принципе суперпозиции, где вместо битов будут применяться кубиты, то есть квантовые биты. Они одновременно могут находиться в обоих состояниях (0 и 1). Это позволит квантовым компьютерам иметь мощность, в разы превышающую мощность классических современных компьютеров. Уже сейчас существует описание различных алгоритмов, которые будут применяться в работе квантового компьютера. Ученые работают над созданием специальных языков программирования.

Во всем мире квантовые технологии используются уже давно. Массовые эффекты, создаваемые большими группами квантовых волн или частиц, подчиняющиеся законам квантовой механики, лежат в основе работы сверхчувствительных микроскопов, томографов, лазеров. Однако во всех этих приборах применяются групповые эффекты, а не эффекты для отдельных частиц.

Какие задачи позволит решать квантовый компьютер?

Квантовый компьютер сможет хранить и обрабатывать большие объемы данных, а главное совершать вычисления моментально. Одновременно с работой над его созданием ученые думают о сферах его применения. Квантовые компьютеры помогут оптимизировать различные процессы. Их можно применять во многих сферах, начиная медициной и заканчивая машиностроением. В частности, с помощью этих машин люди смогут диагностировать раковые заболевания на самых ранних стадиях, или создавать более сложные автопилоты. С помощью квантовых компьютеров решаются многие задачи по расшифровке данных.

Как говорилось выше, квантовый компьютер умеет быстро раскладывать на множители большие числа и моделировать молекулы ДНК.

Благодаря этому он заменит обычные компьютеры, которые не в состоянии решать подобные задачи. Кроме того, при помощи квантового компьютера можно будет создать искусственный интеллект, его внедрение ускорит поиск во Вселенной существ, обладающих разумом. Это станет настоящим прорывом в истории человечества!

Ошибки квантовых компьютеров.

Существует два уровня ошибок в квантовых компьютерах. К первому уровню относятся ошибки, присущие, в том числе, классическим компьютерам. Они выражаются в непроизвольной смене кубитов под воздействием внешнего шума. Такой шум могут вызывать космические лучи или радиация. Специалисты компании Google недавно смогли справиться с этой проблемой. Созданная ими квантовая схема из девяти кубитов ищет ошибки в системе. Функция остальных кубитов – сохранность информации. Использование системы кубитов сохраняет информацию дольше, чем применение единичного кубита.

Но основная проблема связана со вторым уровнем ошибок. По своей природе кубиты отличаются нестабильностью, информация, которую необходимо сохранить на квантовый компьютер, моментально стирается из их памяти. Воздействие окружающей среды на кубит нарушает связь внутри квантовой системы. Для избавления от этого квантовый процессор должен быть максимально изолирован от окружающей среды. Как это сделать, пока неизвестно.Эксперты считают, что 99 % мощности квантового компьютера будет затрачиваться на исправление ошибок, и только 1 % - на решение необходимых задач. Минимизация ошибок позволит квантовому компьютеру полноценно работать, но полностью избавиться от них вряд ли удастся.

Уже создан квантовый компьютер!

В 2017 году в Америке профессор Гарварда Михаил Лукин и его команда ученых создали один из самых мощных квантовых компьютеров!

Группа Лукина сообщила о создании работающего прототипа квантового симулятора на 51 кубит.

А спустя некоторое время группа профессора Кристофера Монро из Мэрилендского университета заявила о создании симулятора на 53 кубита. Отличие между квантовым симулятором и универсальным квантовым компьютером заключается в том, что первый можно запрограммировать на выполнение только определенного вида задач. «Но прелесть в том, что симулятор можно в будущем превратить в универсальный компьютер!» - говорит профессор Монро.

По мощности он будет аналогичен человеческому мозгу.

В марте 2018 года группа исследователей Майкрософт из Делфтского технического института в Голландии предала гласности показатели тестов,подтверждают существование элементарной частицы,которая называется фермионом Майораны. Ее неповторимые физические характеристики, уникальные в своем роде, помогут в создании квантового компьютера, превосходящего по точности современные решения в десятки тысяч раз. Квантовый компьютер интересен многим, начиная с технологических компаний и заканчивая военной отраслью.

И как только мы увидим, как работают по-настоящему эти устройства, мы сможем определить границы вычислительной способности Вселенной!

Библиографический список:

1. Сайт «Википедия» / Квантовая технология [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/

Квантовая_технология, свободный. Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

2. Журнал РБК «Квантовое настоящее» № 01-02,2018. Режим доступа:https://www.rbc.ru/magazine/2018/01/5a393ff49a794761b9379d07

3. Сайт Hi-news.ru / 10 невероятных последствий развития квантовых технологий [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://hi-news.ru/technology/10-neveroyatnyx-posledstvij-razvitiya-kvan Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

Бастрыкин Кирилл Вадимович
Bastrykin Kirill Vadimovich

Дитятев Дмитрий Сергеевич
Dityatev Dmitry Sergeevich

студенты 4 курса энергетического факультета кафедры электроснабжения промышленных предприятий
Алтайского государственного технического университета им. И. И. Ползунова,
г. Барнаула

УДК 621.315.23

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УСТРОЙСТВ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ В ГОРОДСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 6-35 КВ. РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ПО ВЫБОРУ РЕЗИСТОРА В НЕЙТРАЛИ

ESTIMATION OF EFFICIENCY OF USING NEUTRAL EARTHING EQUIPMENT IN URBAN ELECTRIC NETWORKS 6-35 KV. DEVELOPMENT OF THE PROGRAM ON THE SELECTION OF THE RESISTOR IN NEUTRAL

Аннотация: В данной статье рассмотрены проблемы применения в городских электрических сетей напряжением 6-35 кВ изолированной нейтрали в городе Барнауле. Проанализированы используемые в мировой практике режимы заземления нейтрали. Выявлена и обоснована необходимость использования вместо изолированной нейтрали –резистивно заземленную. В ходе проведенного исследования была разработана программа по выбору заземляющего резистора.

Abstract: In this article, problems of application in an urban electrical network with a voltage of 6-35 kV of an isolated neutral in the city of Barnaul are considered. The neutral grounding modes used in world practice are analyzed. The necessity of using -electrically grounded instead of an isolated neutral has been revealed and justified. In the course of the research, a program for selecting a grounding resistor was developed.

Ключевые слова: Режимы, режимы нейтрали, электрические сети, изолированная нейтраль, компенсированная нейтраль, заземление нейтрали через резистор, дугогасящий реактор, низкоомный резистор, высокоомный резистор, разработка программы.

Keywords: Modes, neutral modes, electrical networks, isolated neutral, compensated neutral, neutral ground through a resistor, arc suppression reactor, low-resistance resistor, high-resistance resistor, program development.

В настоящее время аварийность в городских электрических сетях довольно высока. Это приводит к нарушению электроснабжения промышленных и бытовых электропотребителей, большим прямым и косвенным материально-техническим затратам. Поэтому необходимо уделять особое внимание вопросам повышения надежности работы электрических сетей [1].

В электрических сетях напряжением 6-35 кВ города Барнауле используется в основном режим изолированной нейтрали. Существует возможность повысить надежность и снизить аварийность в электрических сетях за счет применения режима заземления нейтрали через резистор [2].

В настоящее время существует четыре способа заземления нейтрали: изолированная нейтраль, глухозаземленная нейтраль, нейтраль заземленная через дугогасящий реактор (ДГР), нейтраль заземленная через резистор (высокоомный, низкоомный, сочетание дугогасящего реактора с шунтирующим резистором). Для сетей средних напряжений 6 - 35 кВ в Российской Федерации в качестве заземления нейтрали чаще всего используют изолированную нейтраль. Достоинством этих сетей является возможность осуществлять электроснабжение при однофазном замыкании на землю (ОЗЗ) без отключения поврежденного участка сети в течение определенного времени.

К наибольшему аварийному недоотпуску электрической энергии в сетях с изолированной нейтралью (58% от недополученного количества электроэнергии) приводят дуговые перенапряжения. Для уменьшения недоотпуска электроэнергии за счет снижения риска перенапряжений, а также для более быстрого выявления ненормальных режимов работы сети в

энергетике многих зарубежных страна используют резистивное заземление нейтрали [2]. Поэтому актуален вопрос об эффективности заземления нейтрали и использования различных ее режимов в городских электрических сетей.

Рассмотрим основные причины перехода от изолированного заземления нейтрали к резистивному.

В электрических сетях с изолированной нейтралью можно выделить следующие недостатки [2 - 4]:

- при металлическом ОЗЗ фазное напряжение на фазах повышается до линейного, что опасно для изоляции кабельных линий электропередачи с длительным временем эксплуатации;
- возникают опасные дуговые перенапряжения, что чревато переходом ОЗЗ в двухфазные и трехфазные замыкания повреждением изоляции в нескольких местах;
- кроме того, при ОЗЗ в сетях с изолированной нейтрали сложно определить наличие замыкания;
- при ОЗЗ в таких сетях возможно возникновение феррорезонансных явлений, влекущих за собой повреждение трансформаторов напряжения;
- длительный ненормальный режим работы электрической сети представляет повышенную опасность поражения людей и животных электрическим током.

Включение в нейтраль электрических сетей 6–35 кВ высокоомного резистора [3]:

- способствует самогашению дуги, уменьшает время горения дуги и вероятность повторных пробоев;
- эффективно ограничивает перенапряжения, не ухудшая условия гашения дуги;
- работает в длительном режиме до устранения аварии, позволяет обеспечить непрерывность электроснабжения и повысить его надежность;
- снижает вероятность повторных зажиганий дуги;
- позволяет выполнить селективную защиту, достаточно оперативно реагирующую на появление в сети замыкания на землю;
- активный ток, создаваемый резистором, позволяет определить поврежденное присоединение с действием на сигнал, и, как правило, достаточен для селективной работы токовой защиты, действующей на сигнал;
- не требуется вносить никаких изменений в существующую релейную защиту, менять ее уставки;
- повышает селективность определения аварийного фидера существующими вариантами токовых защит.

Недостатки изолированной нейтрали также компенсируют применением ДГР. Эффективность компенсации емкостных токов за счет ДГР определяется степенью настройки частоты настройки реактора в резонанс с частотой сети, которая характеризуется коэффициентом настройки $k_н = \frac{I_к}{I_с} = \frac{1}{\omega^2 L 3C_0} = \frac{\omega_0^2}{\omega^2}$ Точная настройка ДГР снижает величину перенапряжений, кратность которых обычно не превышает 2,5. Срок службы оборудования увеличивается. При его использовании токи замыкания на землю малы, что не дает обеспечить достаточного уровня селективности релейной защиты [2].

Если брать в расчет условие селективности релейной защиты, то более целесообразно будет использовать заземление нейтрали через резистор. В правилах устройства электроустановок для сетей 6-35 кВ этому вопросу не уделено должного внимания. Проведенный анализ надежности показал целесообразность перевода электрических сетей 6–35 кВ на работу в режим с высокоомным резистивным заземлением нейтрали. Это повышает надежность работы электрических сетей, а также снижает аварийность при однофазном замыкании на землю за счет селективного обнаружения места замыкания.

Для правильного и быстрого выбора параметров режима заземления нейтрали (резистивного заземления или ДГР) необходимо автоматизировать расчеты и разработать соответствующие программы для оценки эффективности использования этих устройств.

В результате работы была разработана программа «Выбор резистора в нейтрали электрических сетей 6 - 35 кВ» версия 1.0, которая позволяет выбрать резистор, ток через который исключает появление опасных дуговых перенапряжений и обеспечивает надежность срабатывания релейной защиты. Данная программа разработана в среде Lasarus. Интерфейс программы

представлен на рисунке 1. Исходными данными для расчета являются технические характеристики рассматриваемой электрической сети: тип линий, номинальное напряжение, протяженность линий электропередачи, коэффициент чувствительности релейной защиты, ток срабатывания защиты и другое. В результате расчетов определяются емкостный ток и параметры требуемого резистора, устанавливаемого в нейтраль, коэффициент надежности срабатывания релейной защиты и выдаются рекомендации по применению.

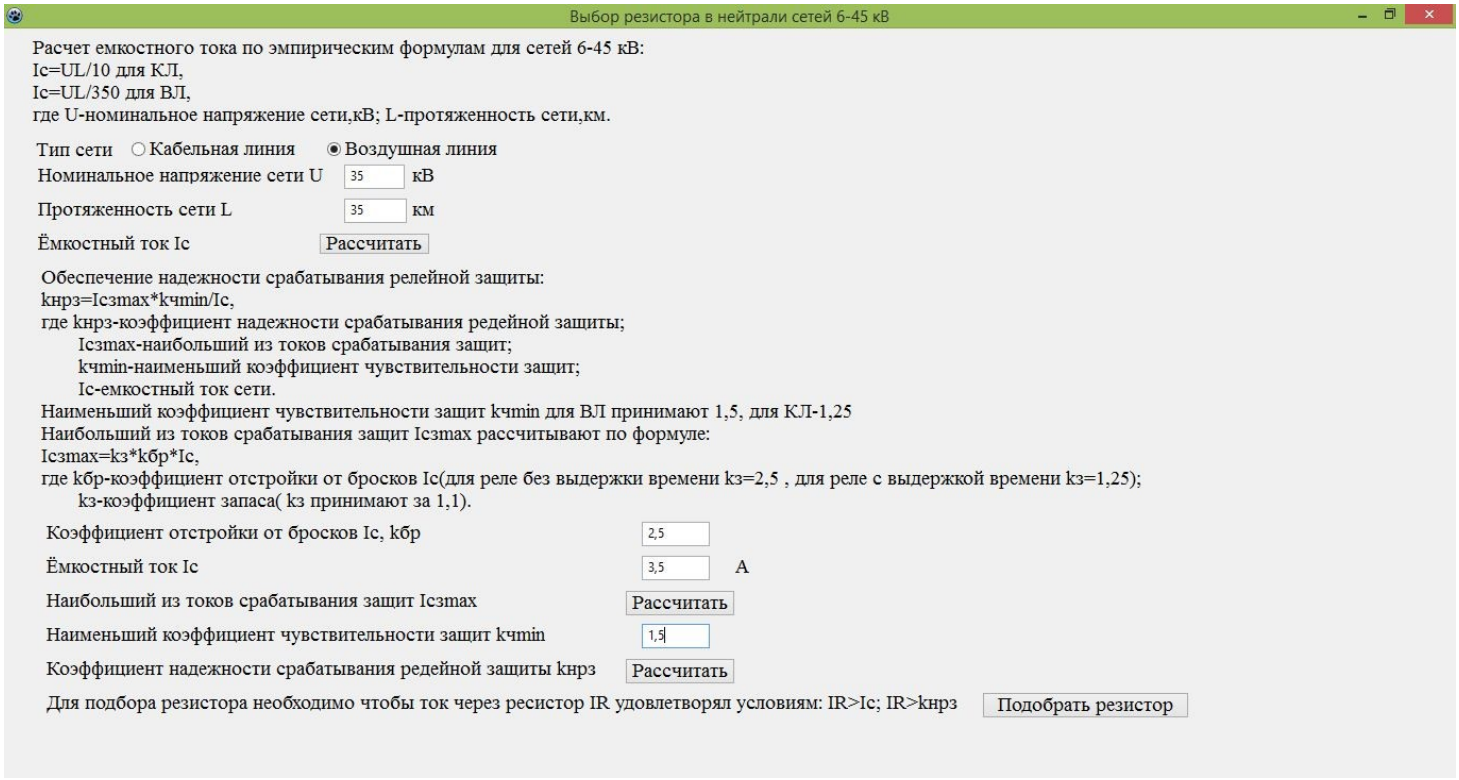


Рисунок 1 – Экранная форма программы для выбора резистора

Разработанное программное обеспечение может использоваться в учебном процессе для студентов по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», а также в производственной деятельности для инженерных расчетов специалистами в области эксплуатации электрических сетей и релейной защиты. Программа способствует повышению эффективности анализа и оценки различных способов заземления нейтрали и выработки рекомендаций по их применению.

Библиографический список:

1. Гутов, И.А. Надежность работы электрических сетей и пути ее повышения / И.А. Гутов // Ползуновский альманах. – 2004. - №1. - С.40-42

2. Обабков, В.К. Сравнительный анализ и оптимизация режимов заземления нейтрали в коротких сетях различного назначения. / В.К. Обабков // Вестник госэнергонадзора и энергосбережения. – 2002. - №2. - С.41-49

3. Трофимова, С.Н. Анализ повреждаемости электрооборудования в городских электрических сетях 6–35 кВ / С.Н. Трофимова // Электробезопасность. – 2007. – № 4. – С. 33–41.

4. Аношин, О.А. Режимы заземления нейтрали. Распределительные сети XXI века: куда идти? / О.А. Аношин // Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. – 2008. – № 12. – С. 39–44.

Жарова Анастасия Сергеевна
Zharova A.S.
Студент Рязанского Государственного Радиотехнического Университета, 390005, г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1
E-mail: anastasia.jarowa2014@yandex.ru

Тришин Антон Алексеевич
Trishin A.A.
Студент Рязанского Государственного Радиотехнического Университета, 390005, г. Рязань, ул. Гагарина, 59/1

УДК 621.3.049.776

ИЗУЧЕНИЕ ПРИНЦИПОВ РАБОТЫ ИНТЕГРАЛЬНЫХ МИКРОТРАНСИВЕРОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МАКЕТА ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

STUDY OF THE PRINCIPLES OF WORK OF INTEGRATED MICROTRANSIVERS FOR CREATING THE LAYOUT OF THE TRANSCEIVER OF TELEMETRICAL INFORMATION

Аннотация: В данной статье рассматриваются проблемы выявленные при создании макета приемопередатчика телеметрической информации. На основе изучения выявлено, что в современном разнообразии компонентов для такого устройства выбрать необходимые становиться затруднительно. Так же раскрываться содержание такие понятия как: микроэлектроника, микротрансивер и микроконтроллер. В качестве исследовательской задачи авторами была определена попытка програмирования выбранных устройств, для реализации работы приемопередатчика. Статья подводит некоторые итоги изучения принципов построения структурных схем, анализа изучения элементной базы, принципов функционирования и программирования элементов, а так же направлена на дальнейшее упрощение конструирования микротрансиверов СВЧ для передачи мобильной информации.

Abstract: This article examines the problems identified when creating a mock transceiver of telemetric information. On the basis of the study it was revealed that in the modern variety of components for such a device it is difficult to choose the necessary ones. The same content is disclosed such concepts as: microelectronics, microtransivers and microcontroller. As a research task, the authors determined an attempt to program the selected devices to implement the transceiver operation. The article sums up the results of studying the principles of constructing structural circuits, analyzing the study of the element base, the principles of the functioning and programming of elements, as well as aimed at further simplifying the construction of microwave microtransivers for the transmission of mobile information.

Ключевые слова: микроэлектроника, микротрансивер, микроконтроллер, программирование, радиотрансивер, принципы управления, особенности функционирования.

Keywords: microelectronics, microtranssiver, microcontroller, programming, radio transceiver, control principles, operating features .

За множество совершенно новых путей развития и разнообразие конструктивной части в современном мире отвечает интегральная микросхематехника. Именно от её развития напрямую зависит микроэлектроника - важнейшее достижение в технике XIX в., внёсшая существенный вклад в научно-техническую революцию. За счёт этого со временем габариты радиотехнической аппаратуры стали всё меньше, а их характеристики значительно лучше. Так, многокаскадные приборы, совмещающие множество блоков в сегодня могут быть размещены на одном кристалле размером со спичечный коробок. Существует много производителей доступной микроэлектроники создающие устройства с различными энергетическими и частотными характеристиками, для выполнения различных технических задач.

В данной статье посвящённой разработке макета приемопередатчика телеметрической информации были рассмотрены такие проблемные вопросы как:

- принципы построения схем трансиверов(приемопередатчик с очень маленьким энергопотреблением на доступном нам диапазоне рабочих частот, а именно радиолюбительском) для беспроводной передачи данных;

-анализ элементной базы, выбор типа интегрального трансивера для дальнейших исследований;

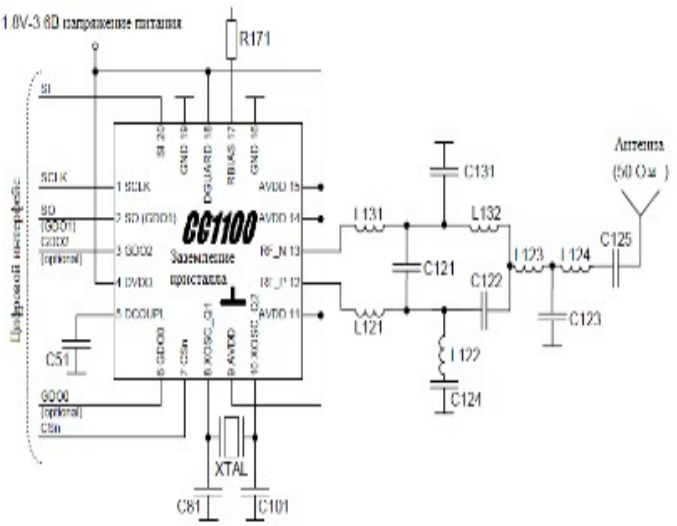
-изучение схемы, принципов функционирования и особенностей управления режимами ИМТ ADF7020;

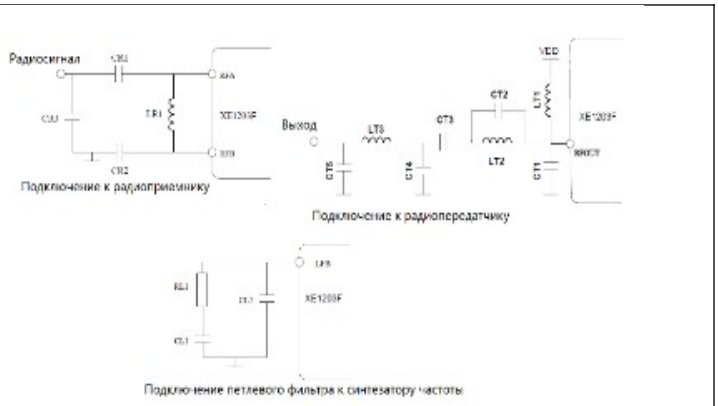
-изучение основных принципов программирования микроконтроллеров для управления режимами работы, обеспечения конфигурирования микротрансивера и передачи данных между устройством и интерфейсом пользователя.

Одним из вопросов стало понятие телеметрия – это область в техники, разрабатывающая технические средства приёма информации и контролирующая состояние объектов на различных расстояниях. Под термином "Телеметрия", в нашей работе будем иметь ввиду, систему, передающую данные в обе стороны, т.е. не только получающую, но и передающую команды управления на объект наблюдения. Укажем, что из-за простой инсталляции, и ключевых факторов, таких как: скорость передачи, расстояние передачи данных, количества работающих устройств в системе, высокой надежности, будем использовать системы беспроводной передачи данных, таких как радио, GSM/GPRS, WLAN. Проводные (телефонные, ISDN, xDSL, компьютерные) уступают им по ряду параметров. А так же, все стандарты беспроводной передачи данных находят применение в телеметрических системах.

Во-вторых, при изучении способов построения структурных схем устройств передачи информации, нами были рассмотрены несколько видов приемопередатчиков со своими особенностями схемной реализации: маломощный радиотрансивер с рабочей частотой до 1 ГГц CC1100 компании Texas Instruments (TI), радиотрансивер XE1203F компании Semtech Corporation и ADF7020-1 компании Analog Devices. Рассмотрим их главные особенности:

Таблица 1. Сравнение видов приемопередатчиков.

Устройство	Главные особенности	Конфигурация
CC1100	1.В одном кристалле радиочастотный синтезатор, не требующий внешних фильтров или переключателей радиочастоты, из этого следует минимальное количество внешней периферии; 2.Экологичность: соответствует нормам содержания вредных веществ, отсутствуют сурьма и бром; 3.Малый размер (QLP корпус размером 4x4 мм; 4.Поддержка асинхронных и синхронных последовательных режимов приема/передач и для совместимости с существующим и протоколами радиосвязи.	

XE1203F	1.XE1203F представляет собой однокристальный приемопередатчик УВЧ; 2.Экологичность: соответствует нормам содержания вредных веществ RoHS; 3.Поддержка работы кристалла при напряжении до 2.4 В и имеет режимы низкого энергопотребления, для успешной работы от обычных батарей питания. 4.Скорость передачи данных до 152.3 кбит/с делает его идеальным для работы с приложениями, требующими высокую скорость.	
ADF7020-1	1.Минимальное количество внешней периферии: в одном кристалле радиочастотный синтезатор, не требующий внешних фильтров или переключателей радиочастоты; 2.Экологичность: соответствует нормам содержания вредных веществ RoHS; 3.Приемник также оснащен запатентованной автоматической подстройкой частоты (AFC), позволяя АПЧ отслеживать ошибки по частоте во входящем сигнале. 4.Поддержка асинхронных и синхронных последовательных режимов приема/передачи для совместимости с существующими протоколами связи. 5. Исполняется в квадратной форме размером 7x7 мм. с 48 контактами	

В задаче проектирования важными компонентами являются стоимость решения и габариты нашего устройства. Диапозон перестройки ГУН у ADF7020-1 составляет около десяти процентов от рабочей частоты, поэтому построение приемопередатчика на его базе требует достаточно небольшого количества внешних дискретных компонентов. Преимуществом так же являются: малая потребляемая мощность, установка рабочей частоте в любой точке входящей в диапозон от 135МГц до 650МГц, за счёт внешней катушки индуктивности у генератора управляемых напряжений.

В-третьих, при анализ элементной базы для дальнейших исследований были рассмотрены микроконтроллеры с сокращенным набором команд – RISC-архитектуры(сокращенный набор простейших, но как правило употребляемых команд). Это упрощает аппаратные средства процессора и создает возможность повысить его быстродействие, а также стремиться к тому, чтобы команды набора выполнялись за один цикл процессора.

Рис.1. Вид микроконтроллера ATmega8.

Из серий производственной линии AVR, корпорации Atmel: tiny AVR (ATtiny4), classic AVR (AT90PWM2), mega AVR (ATmega8), был выбран крайний, т.к. это МК с производительностью до 16 MIPS используется для сложных приложений, требующих большого объема памяти, имеет FLASHROM до 128 КбайтиSROM до 4 Кбайт исполняется в корпусах различного типа с количеством выводов от 28 до 100 (от ATmega8 до ATmega649P).

Технология данного МК имеет набор инструкций с 32 8-разрядными регистрами общего назначения имеющими полностью статический режим работы. ATmega8 обладает следующими функциями:

- количество программируемых линий ввода/вывода: 23;
- количество рабочих регистров общего назначения: 32;
- два 8-разрядных таймера/счетчика с отдельным предварительным делителем, один из них дает возможность обеспечения режима сравнения и ШИМ;
- 16-разрядный таймер/счетчик с предварительнымделителем и режимами сравнения и захвата;
- счетчик реального времени со встроенным гненератором;
- последовательный интерфейс (TWI, 2-проводный);
-последовательный интерейс SPI;
- программируемый последовательный интерфейс USART;
- обработка внутренних и внешних прерываний;
- программируемый сторожевой таймер со встроенным генератором;
- встроенная система отладки;
- 5 программируемыхрежима энергопотребления.

Работа генератора может поддерживается и в режиме сна, что позволяет производить очень быстрый запуск процессора и достичь низкого энергопотребления, при этом имеется возможность отключения АЦП и ГУН при отсутствии необходимости в них, для снижения шумов передачи.

МК содержит 8Кбайт для внутрисистемного перепрограммирования флэш-памяти программ. Флэш-память выдерживает 1000 циклов перезаписи. Возможность получить скорость обработки до 1 MIPS за 1 МГц.

ATmega8 AVR обладает широкимфункционалом для проектирования и программирования — Си-компиляторы, макроассемблеры, программные отладчики/симуляторы, внутрисистемные эмуляторы и др.

В-четвертых, трудности возникают при многообразии в основных принципах программирования. Система команд AVR-микроконтроллеров, обеспечивает доступ ко всем ресурсам микроконтроллера, но вместе с тем дает возможность создавать хорошо структурированные программы, снимает с программиста заботу о распределении памяти и содержит большой набор библиотечных функций для выполнения стандартных операций и включает команды (инструкции) арифметических и логических операций, команды ветвления, команды передачи данных и команды операций с битами, а так же языки высокого уровня (С, Паскаль, Бейсик и др.), всё это приводит к затруднению. Нами же был выбран микроконтроллер RISC-архитектуры, и воспользовались языком С.

В процессе разработки была проанализирована техническая литература и документация на современные интегральные микросхемы. Был разработан макет приемопередатчика, проведен натуральный эксперимент, в ходе которого была проверена его работоспособность.

```
#define F_CPU 8000000L
#include <avr/io.h>
#include<util/delay.h>
int main(void)
{
    DDRC  = 0xFF;
    PORTC = 0b00001100;
    while(1)
    {
        PORTC |= (1<<PORTC2);
        PORTC &= ~(1<<PORTC3);
        _delay_ms(500);
        PORTC |= (1<<PORTC3);
        PORTC &= ~(1<<PORTC2);
        _delay_ms(500);
    }
}
```

Рис.2. Программа отладки микроконтроллера выполненная в ходе исследовательской части.

Цифровой трансивер спроектирован с учетом возможного наращивания функциональности, что позволит в дальнейшем осуществлять различные режимы работы.

Библиографический список:

1.Проектирование радиопередающих устройств: Учебн. пособие для вузов/ В.В. Шахгильдян-3-е изд.; перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1993.-512с.

2.Проектирование радиопередающих устройств: Учебн. пособие для вузов/ В.В. Шахгильдян-2-е изд.; перераб. и доп. М.: Радио и связь, 1984.- 424с.

3.Применеие микроконтроллеров AVR: схемы, алгоритмы, программы, 2-е издание / В.Н.Баранов, изд.: Додэка XII, 2006.

Шаткова Диана Евгеньевна

Shatkova Diana Evgenevna

магистрант, Московский Политех,

кафедра "Технологии и оборудование машиностроения"

E-mail:dshatkova@mail.ru

Крутякова Маргарита Викторовна

Krutjakova Margarita Viktorovna

к.т.н., Московский Политех,

доцент кафедры "Технологии и оборудование машиностроения"

E-mail:krutyakova.mv@mail.ru

УДК 621.9.06

ПРОБЛЕМЫ ОБРАБОТКИ МАЛОГАБАРИТНЫХ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ

PROBLEMS OF PROCESSING SMALL-SCALE CASE PARTS

Аннотация: В статье рассмотрены основные проблемы обработки малогабаритных корпусных деталей. Отражены различные методы и их сравнительная характеристика при обработке корпусов относимых номенклатурой механообработки к малогабаритным.

Abstract: The main problems of machining Small-scale case are considered in the article. Various methods and their comparative characteristics are reflected in the processing of parts of the relevant nomenclature of machining to small-sized ones.

Ключевые слова: механическая обработка, малогабаритные детали, ЧПУ, оборудование, роботизированные системы, качество обработки.

Key words: machining, body part, CNC, equipment, robotic system; machining quality.

В современной рыночной экономике, в условиях высокой конкуренции, невозможно добиться снижения затрат без модернизации производства за счет использования современных технологий, оборудования и инструментов. Рост парка технологического оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ) в корне меняет подходы к организации технологической подготовки (ТПП) автоматизированного производства [1].

Для поддержания и дальнейшего эффективного развития производственных мощностей, а также для обеспечения конкурентоспособности изготавливаемой продукции, актуализируются вопросы повышения производительности, качества, точности и стабильности технологических процессов. Для этого необходимо увеличивать долю автоматизированного производства, сокращая операции, выполняемые вручную. Изготовление корпусных деталей и самих корпусов характеризуется сложной конструкцией, трудностью в подводе инструмента и множественными технологическими установами.

Для изготовления сложных корпусных деталей, в зависимости от имеющегося оборудования, может потребоваться несколько десятков приспособлений-оснасток и измерительных инструментов.

При этом многократная перестановка детали снижает точность и повышает вероятность брака, в связи с этим существует задача по минимизации числа технологических установов путем оптимального использования оборудования и подвода инструмента.

При этом проблемы подвода инструмента являются актуальными также и при изготовлении относительно простых малогабаритных корпусных деталей.

Рассмотрим подробнее каждый аспект проблем возникающих при изготовлении малогабаритных корпусных деталей.

Сложность конструкции корпусных деталей

Сложность конструкции малогабаритных корпусных деталей, полученная в результате проектирования конечного изделия, влечет за собой одну из основных проблем их обработки в процессе изготовления. Проблема обработки сложных изделий вытекает из необходимости применения различной дополнительной специальной оснастки и режимов работы оборудования, что напрямую влияет на себестоимость производства.

В тоже время сложность конструкции корпусного изделия напрямую связана со степенью ответственностью области его применения. Так к корпусным изделиям специального назначения предъявляются такие требования как:

- Надежная герметичность корпусов работающих в опасных средах.
- Повышенные требования к взаимному расположению поверхностей находящихся в разных плоскостях при сложных перебазированиях заготовок на технологических операциях.
- Высокая точность изготовления.

Подобные требования приводят к значительному усложнению конструкции и изменениям в технологии производства.

Однако, несмотря на специфику производства, для любой корпусной детали начиная от производства простых корпусов и заканчивая наукоемкими машиностроительными производствами, на предварительном этапе проводится анализ технологичности ее производства, отражающий степень сложности обрабатываемой детали. Исходя из полученных результатов оценки технологичности и требований, предъявляемых к конструкционным особенностям изготавливаемой корпусной детали, определяется набор обрабатывающего оборудования и технологий, а также специальное оборудование.

В случае необходимости обеспечения таких показателей как высокая точность при изготовлении с учетом существующих ограничений при отсутствии специального оборудования конструктивно сложная деталь корпуса может потребовать дополнительных затрат при обработке менее эффективным оборудованием либо в менее эффективных и производительных режимах[5].

В результате анализа влияния сложности конструкции обрабатываемой корпусной детали можно сделать следующие выводы:

1. Сложная конструкция корпусной детали приводит к необходимости применения специальной оснастки для ее обработки.
2. Сложность оснастки также зависит от характера особенности детали.
3. Для качественной обработки изделия необходимо обеспечить быструю, точную, удобную установку и фиксацию дополнительного инструмента.
4. Ввиду отсутствия специальной оснастки для поддержания достаточной эффективности производства необходимо применение многокоординатных станков ЧПУ.
5. В условиях изготовления прототипа имеет смысл для сложных корпусных деталей рассмотреть возможность применения аддитивных технологий[6].

Трудность в подводе инструмента

Основная задача, которую необходимо выполнить при подводе инструмента, это соблюдать угол входа в обрабатываемый материал. Для обеспечения плавности врезания с целью минимизации нагрузки на режущий инструмент подвод необходимо осуществлять под острым углом или по касательной.

Эта проблема следует из того что начало обработки детали вызывает резкое увеличение нагрузки на режущий инструмент и при определенных условиях может вызвать поломку инструмента из-за чрезмерной нагрузки на него.

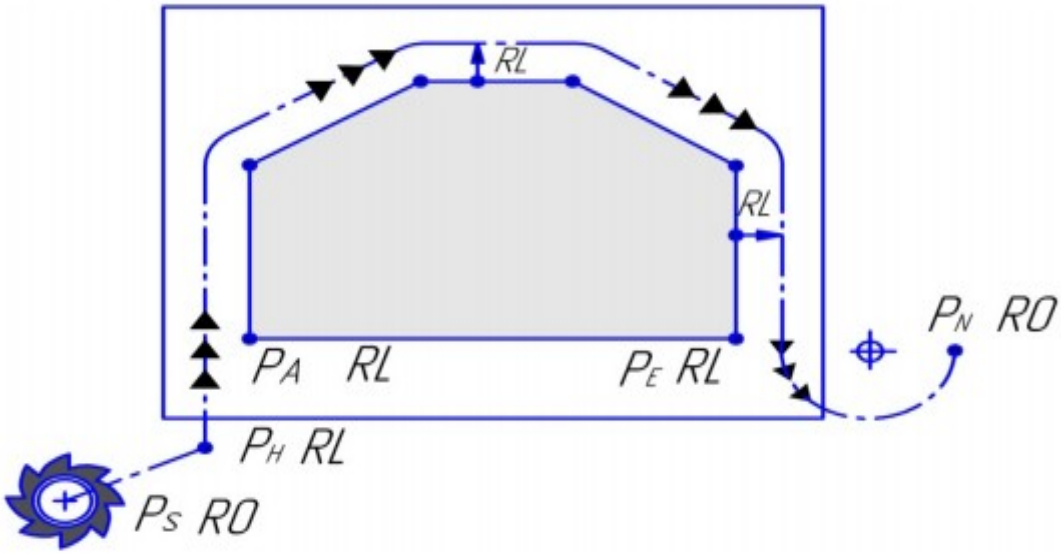


Рисунок 1 - Подвод и отвод рабочего инструмента к обрабатываемой детали

В зависимости от типа обрабатывающего оборудования процесс подвода инструмента может быть как однократным, так и многократным, что, при неправильном исполнении, может значительно повлиять на срок эксплуатации рабочего инструмента и снизить темп работ из-за его частой замены. Данная проблема усугубляется с уменьшением габаритов обрабатываемой корпусной детали и увеличением её сложности. В первом случае из-за снижения прочности самого режущего инструмента, вызванной уменьшением размеров, а во втором из-за особенностей конструкции.

Таким образом, при обработке малогабаритных деталей проблема правильного подвода инструмента может быть сведена к следующим основным моментам:

1. Из-за малых габаритов корпусной детали не всегда представляется возможным обеспечить качественный подвод режущего инструмента, так как пространство для перемещения ограничено габаритами обрабатываемой поверхности.
2. Сложность корпусного изделия может потребовать использования различного оборудования на специальной сложной в изготовлении оснастки для его обработки что в случае некоторых станков приводит к значительному увеличению числа точек подвода инструмента.

Множественность технологических установов

Установ – часть технологической операции, выполняемая при неизменном закреплении обрабатываемых заготовок или собираемой сборочной единицы.

При каждом повторном снятии заготовки и последующем ее закреплении на станке или же при повороте заготовки на какой-либо угол для обработки новой поверхности имеет место новый технологический установ. Совокупное число таких установов, или их множественность, влечет за собой увеличение вероятности ошибки при обработке корпусной детали.

Технология механической обработки корпусных деталей включает три основные технологические операции:

- обработку плоскостей;
- обработку крупных точных отверстий;
- обработку мелких отверстий [2];

В большинстве случаев такая операция подразумевает от двух до пяти координатных перемещений.

Без специальных многокоординатных станков подобные перемещения сопровождаются либо трудоемким изготовлением специализированной либо универсальной оснастки, либо увеличением погрешностей при перемещении детали в виду увеличения числа установов.

При уменьшении габаритов деталей возможно повышение себестоимости работ за счет применения обрабатывающего инструмента специального изготовления.

Проведя общий анализ указанных проблем, существующих при обработке малогабаритных корпусных деталей, можно сделать следующие выводы:

1. Увеличение конструктивной сложности обрабатываемого корпусного изделия влечет за собой совокупное увеличение времени обработки, технологических сложностей (подвод инструмента и число технологических установов) и стоимости конечного изделия.
2. Рассматривая независимо от технологичной сложности корпусной детали проблему подвода инструмента, малые габариты изделия усложняют варианты подвода инструмента и могут привести к повышенному износу рабочего инструмента.
3. Влияние совокупностей технологических проблем может быть снижено путем применения высокотехнологичного обрабатывающего оборудования и инструмента.

Учет всех существующих проблем возникающих при изготовлении в технологии производства корпусных изделий на производстве может занимать длительное время, а совместно со временем, которое будет затрачено на отработку технологии и устранения ошибок конструирования и проектирования делает подобное производство не конкурентоспособным.

Уменьшение срока изготовления конструктивно сложного корпусного изделия может быть решено путем оснащения высокотехнологичного оборудования универсальной оснасткой. Его применение позволит снизить влияние множественных технологических установов, производимых в пределах одного станка.

Библиография:

1. Компьютерные технологии, моделирование и автоматизированные системы в машиностроении: / А.А.Черепашков, Н.В.Носов. - Волгоград: Издательский Дом «Ин Фолио».- 2009 . - 650 с
2. Тарабасов Н. Д., Учаев П. Н. Проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций: Справочник. – М.: Машиностроение, 1983. – 239 с.
3. Беляков, Н.В. Формализация проектирования технологических процессов механической обработки корпусных деталей машин/ Н.В. Беляков, Е.И. Махаринский, Ю.Е. Махаринский. – Витебск: УО «ВГТУ», 2006. – 147 с
4. Виттингтон К., Власов В. Высокоскоростная механообработка // САПР и графика. 2002. № 11.
5. Проблемы механической обработки корпусных деталей специзделий / С. А. Нестеров, Д. А. Акимов, Н. Е. Артемова, А. С. Лемин // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. -2017. - № 2 (42). - С. 109-116. БО! 10.21685/2072-3059-2017-2-10
6. Гулюта, Т.В. Изготовление металлических корпусов на основе 3d-прототипирования в военной оптике/ Т.В. Гулюта, О.К. Ушаков // Интерэкспо Гео-Сибирь. – 2017. – Т.9, №2. – С. 29-32.

Шумилина Маргарита Алексеевна
Shumilina Margarita Alekseevna
Студент-магистрант
ВГПУ, физико-математический факультет
E-mail:aksenova.margo@yandex.ru

УДК 517.9

РАЗЛИЧНЫЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ОПРЕДЕЛИТЕЛЯ ВРОНСКОГО

VARIOUS APPENDICES OF THE VRONSKY DETERMINANT

Аннотация: Применение определителя Вронского, а также его приложения.
Abstract: Application of the Vronsky determinant and its various applications.
Ключевые слова: Определитель Вронского, линейная зависимость, фундаментальная система, формула Лиувилля-Остроградского.
Key words: Wronskian, linear dependence, fundamental system, the Liouville formula.

Введение.

Определитель Вронского применяется для решения дифференциальных уравнений, например для того, чтобы узнать, являются ли найденные решения однородного линейного дифференциального уравнения (либо системы уравнений) линейно независимыми. Это помогает в поиске его общего решения. Актуальность темы исследования заключается в том, что приложения определителя Вронского достаточно значимые, но они не рассматриваются в полной мере при изучении дифференциальных уравнений. Цель работы заключается в том, чтобы показать различные приложения определителя Вронского.

Основной раздел.

В некоторых случаях линейная зависимость или независимость функций доказывается просто, в других случаях это доказательство сложнее. Поэтому необходим простой универсальный инструмент, дающий ответ на вопрос о линейной зависимости функций. Такой инструмент – определитель Вронского. Пусть мы имеем n функций от x, имеющих непрерывные производные до $n-1$ -го порядка: y_1, y_2, …, y_n.

Определитель

$$W[y_1, y_2, \ldots, y_n] \equiv W(x) \equiv \begin{vmatrix} y_1 & y_2 & \cdots & y_n \\ y_1' & y_2' & \cdots & y_n' \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ y_1^{(n-1)} & y_2^{(n-1)} & \cdots & y_n^{(n-1)} \end{vmatrix} \quad (1)$$

называется *определителем Вронского* или вронскианом этих функций. [3, с. 185]

Можно сказать, что определитель Вронского, составленный для системы n решений линейного уравнения n-го порядка $y^{(n)} + p_1 y^{(n-1)} + \ldots + p_{n-1} y' + p_n y = 0$ (*), или тождественно равен нулю, или не обращается в нуль ни в одной точке того интервала, где коэффициенты уравнения непрерывны. [3, с 187] Всем известно, что таким образом можно определить система является линейно зависимой или независимой.

Пример 1. Вычислим на всей числовой оси определитель Вронского системы функций $1, x, x^2, x^3, \ldots, x^n$

$$W(1, x, x^2, \ldots, x^n) = \begin{vmatrix} 1 & x & x^2 & \ldots & x^n \\ 0 & 1 & 2x & \ldots & nx^{n-1} \\ 0 & 0 & 2 & \ldots & n(n-1)x^{n-2} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ 0 & 0 & 0 & \ldots & n! \end{vmatrix} = 1 \cdot 2 \cdot \ldots \cdot n! \neq 0$$

Определитель Вронского на всей числовой оси отличен от нуля, следовательно, функции $1, x, x^2, \ldots, x^n$ линейно независимы на всей числовой оси.

Любая система из n линейно независимых частных решений линейного однородного уравнения $y^{(n)}+p_1y^{(n-1)}+\ldots+p_{n-1}y'+p_ny=0$ (*) называется *фундаментальной системой*.

Функции, образующие фундаментальную систему, линейно независимы во всяком частичном интервале (α,β), содержащемся в (a,b). Это следует из необращения в нуль определителя Вронского. [3, с. 187]

Решим теперь такую задачу. Дана фундаментальная система на интервале $a<x<b$: $y_1,\ldots,y_n$. Требуется построить соответствующее дифференциальное уравнение. Для этой цели приравниваем нулю следующий определитель, в котором y обозначает искомую функцию:

$$W[y_1,y_2,\ldots,y_n,y]\equiv\begin{vmatrix} y_1 & y_2 & \ldots & y_n & y \\ y_1' & y_2' & \ldots & y_n' & y' \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ y_1^{(n)} & y_2^{(n)} & \ldots & y_n^{(n)} & y^{(n)} \end{vmatrix}=0 \quad (2)$$

Разлагая его по элементам последнего столбца, мы убеждаемся в том, что равенство (2) представляет собой однородное дифференциальное уравнение n-го порядка относительно функции y. При подстановке вместо y функций $y_i,(i=1,..,n)$, мы получаем определитель с двумя равными столбцами. Он тождественно равен нулю; следовательно, уравнение (2) допускает частные решения $y_1,y_2,\ldots,y_n$.

Коэффициент при $y^{(n)}$ есть $W[y_1,y_2,\ldots,y_n]$. Он, как нам известно, не обращается в нуль на интервале (a,b). Разделив на него обе части уравнения (2), получим уравнение n-го порядка со старшим коэффициентом, равным единице, а по доказанному такое уравнение однозначно определяется фундаментальной системой. Задача, таким образом, решена.

Запишем уравнение (2) в развернутом виде:

$$y^{(n)}\begin{vmatrix} y_1 & y_2 & \ldots & y_n \\ y_1' & y_2' & \ldots & y_n' \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ y_1^{(n-1)} & y_2^{(n-1)} & \ldots & y_n^{(n-1)} \end{vmatrix}-y^{(n-1)}\begin{vmatrix} y_1 & y_2 & \ldots & y_n \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ y_1^{(n-2)} & y_2^{(n-2)} & \ldots & y_n^{(n-2)} \\ y_1^{(n)} & y_2^{(n)} & \ldots & y_n^{(n)} \end{vmatrix}+\ldots+(-1)^n y\begin{vmatrix} y_1' & y_2' & \ldots & y_n' \\ y_1'' & y_2'' & \ldots & y_n'' \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ y_1^{(n)} & y_2^{(n)} & \ldots & y_n^{(n)} \end{vmatrix}=0$$

Если исходное уравнение было записано в виде

$y^{(n)}+p_1y^{(n-1)}+\ldots+p_ny=0,\quad (*)$

то сравнение коэффициентов дает нам тождество

$$p_1=\frac{-\begin{vmatrix} y_1 & y_2 & \ldots & y_n \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ y_1^{(n-2)} & y_2^{(n-2)} & \ldots & y_n^{(n-2)} \\ y_1^{(n)} & y_2^{(n)} & \ldots & y_n^{(n)} \end{vmatrix}}{W[y_1,y_2,\ldots,y_n]}$$

Легко убедиться в том, что определитель в числителе есть производная от определителя Вронского, стоящего в знаменателе. В самом деле, производная по x определителя, составленного из функций от x, равна сумме n определителей, из которых у первого в первой строке функции заменены производными, а остальные не изменены; у второго во второй строке функции заменены производными, а остальные не изменены и т.д. У n-го в последней строке функции заменены производными. Применяя это правило дифференцирования к определителю Вронского, мы получим $n-1$ первых слагаемых в виде определителей, имеющих две равные строки, т.е. обращающиеся в нуль, а последнее слагаемое, не равное нулю, есть как раз числитель в выражении для p_1. Итак, мы имеем:

$$p_1=\frac{-W'(x)}{W(x)},$$

откуда $W(x)=ce^{-\int_{x_0}^{x}p_1dx}$.

Выражаем постоянную c через начальное значение $W(x)$ при $x=x_0$; получаем окончательно

$$W(x)=W(x_0)e^{-\int_{x_0}^{x}p_1dx} \quad (3)$$

Равенство (3), определяющее определитель Вронского (с точностью до постоянного множителя) через коэффициент данного уравнения при $y^{(n-1)}$носит название формулы Остроградского-Лиувилля (Лиувилля).

Применим формулу Остроградского-Лиувилля к нахождению общего решения уравнения второго порядка:

$y'' + p_1 y' + p_2 y = 0,$

у которого нам известно одно частное решение y_1. Пусть y есть любое решение этого уравнения, отличное от y_1.

Составляем $W[y_1, y]$ и пишем его значение по формуле (3):

$$\begin{vmatrix} y_1 & y \\ y_1' & y' \end{vmatrix} = c\, e^{-\int p_1 dx}$$

Получаем для y линейное уравнение первого порядка. Раскрывая определитель, имеем

$y_1 y' - y y_1' = c\, e^{-\int p_1 dx}$;

деля обе части на y_1^2, находим:

$$\frac{d}{dx}\left(\frac{y}{y_1}\right) = \frac{1}{y_1^2} c\, e^{-\int p_1 dx},$$

откуда y определяется квадратурой

$y = y_1$¿ (4)

Полученное решение содержит две произвольные постоянные и, следовательно, является общим. Итак, если известно одно частное решение линейного однородного уравнения второго порядка, то общее решение находится квадратурами. [3, с. 193]

Пример 2. В данном уравнении $y'' - tgx\, y' + 2y = 0$ известно одно частное решение $y_1 = \sin x$. Воспользовавшись формулой Лиувилля-Остроградского, найдем второе частное решение

$$y_2 = sinx \int \frac{dx}{\sin^2 x\, e^{-\int tg\, x dx}} = sinx \ln\left|tg\, x + \frac{1}{cosx}\right| - 1$$

В таком случае общее решение однородного уравнения выглядит таким образом:

$$y = C_1\left(sinx \ln\left|tg\, x + \frac{1}{cosx}\right| - 1\right) + C_2 sinx$$

Пусть дана система функций $y_1(x), y_2(x), \ldots, y_n(x)$ на отрезке (a, b) с определителем Вронского $W(x)$ не равным нулю. Необходимо составить линейное однородное уравнение, у которого фундаментальная система решений состоит из функций $y_1(x), y_2(x), \ldots, y_n(x)$.

Эта задача решается довольно легко. Так как общее решение этого уравнения должно иметь вид: $y = C_1 y_1(x) + C_2 y_2(x) + \ldots + C_n y_n(x)$, система функций $y(x), y_1(x), y_2(x), \ldots, y_n(x)$ линейно зависима, поэтому её вронскиан (имеющий порядок $n+1$) должен быть равен нулю:

$$\begin{vmatrix} y(x) & y_1(x) & \ldots & y_n(x) \\ y'(x) & y_1'(x) & \ldots & y_1'(x) \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ y^{(n)}(x) & y_1^{(n)}(x) & \ldots & y_n^{(n)}(x) \end{vmatrix} = 0.$$

Раскрывая определитель по первому столбцу, получим искомое уравнение. [2, с. 98]

Пример 3. Составить линейное уравнение, у которого фундаментальная система решений равна $y_1(x) = \cos x, y_2(x) = x^3$. Решение:

$$\begin{vmatrix} y(x) & \cos x & x^3 \\ y'(x) & -\sin x & 3x^2 \\ y''(x) & -\cos x & 6x \end{vmatrix} = 0 =$$¿

$$y''(x)\begin{vmatrix} \cos x & x^3 \\ -\sin x & 3x^2 \end{vmatrix} - y'(x)\begin{vmatrix} \cos x & x^3 \\ -\cos x & 6x \end{vmatrix} + y(x)\begin{vmatrix} -\sin x & 3x^2 \\ -\cos x & 6x \end{vmatrix} = 0$$

Подметим, коэффициент при старшей производной оказывается равным определителю Вронского фундаментальной система решений:

$W(x)=\begin{vmatrix}\cos x & x^3\\ -\sin x & 3x^2\end{vmatrix}=3x^2\cos x+x^3\sin x.$

Дальнейшие преобразования показывают

$W(x)y''(x)-(x^3+6x)\cos x\cdot y'(x)+(3x^2\cos x-6x\sin x)y(x)=0$, или

$y''(x)-\frac{x^3+6x}{W(x)}\cos x\cdot y'(x)+\frac{3x^2\cos x-6x\sin x}{W(x)}y(x)=0$. Это и есть искомое уравнение. Его коэффициенты непрерывны на любом интервале, на котором $W(x)\neq 0$.

Если для линейного уравнения $y^{(n)}+p_1(x)y^{(n-1)}+\ldots+p_{n-1}(x)y'+p_n(x)y=0$ известно частное решение $y_1(x)$. С помощью замены $y(x)=z(x)y_1(x)$, это уравнение преобразуется в уравнение, допускающее понижение порядка. [3, с. 195]

Приведем эту идею на примере уравнения второго порядка $y''+p_1(x)y'+p_2(x)y=0$. Пусть $y_1(x)$ – частное решение этого уравнения, т.е. $y_1''+p_1(x)y_1'+p_2(x)y_1=0$. Перейдём к переменной $z(x)$, связанной с $y(x)$ соотношением $y(x)=z(x)y_1(x)$. Тогда $y'(x)=z'y_1+zy_1'$, $y''(x)=z''y_1+2z'y_1'+zy_1''$; подставляем эти производную первого и второго порядка в уравнение:

$z''y_1+2z'y_1'+zy_1''+p_1(x)(z'y_1+zy_1')+p_2(x)zy_1=0;$

$z''y_1+2z'y_1'+p_1(x)z'y_1+(zy_1''+p_1(x)zy_1'+p_2(x)zy_1)=0;$

$z''y_1+2z'y_1'+p_1(x)z'y_1+z(y_1''+p_1(x)y_1'+p_2(x)y_1)=0=¿$

$z''y_1+2z'y_1'+p_1(x)z'y_1=0.$

После преобразований уравнение уже не содержит явно неизвестную функцию $z(x)$, следовательно, возможно понижение порядка. В данном случае рассмотренное уравнения второго порядка преобразуется в линейное уравнение первого порядка, которое решается данным образом: $u=z'$, $u'=z''$, $u'y_1+2uy_1'+p_1uy_1=0$,

$\frac{du}{dx}=-u\frac{2y_1'+p_1y_1}{y_1};\frac{du}{u}=-2\frac{y_1'dx}{y_1}-p_1dx;\frac{du}{u}=-2\frac{dy_1}{y_1}-p_1dx;$

$\int\frac{du}{u}=-2\int\frac{dy_1}{y_1}-\int p_1dx;$

$\ln|u|=-2\ln|y_1|-\int p_1dx+\ln|C_2|;\ln|u|=\ln\left|\frac{C_2}{y_1^2}\right|-\int p_1dx;$

$u=\frac{C_2}{y_1^2}e^{-\int p_1dx};z'=\frac{C_2}{y_1^2}e^{-\int p_1dx};z=C_2\int e^{-\int p_1dx}\frac{dx}{y_1^2}+C_1;$

$y(x)=z(x)y_1(x)=C_2y_1(x)\int e^{-\int p_1dx}\frac{dx}{y_1^2}+C_1y_1(x)$. [3, с. 197]

Далее можно доказать, что вронскиан системы функций $y_1(x), y_2(x)=y_1(x)\int e^{-\int p_1dx}\frac{dx}{y_1^2}$ равен $e^{-\int p_1dx}$, т.е. явно не равен нулю и, следовательно, функции $y_1(x), y_2(x)$ образуют фундаментальную систему решений. Также можно, наоборот, получить $y_2(x)$ исходя из этого значения вронскиана, следующего их формулы Лиувилля. Запишем формулу Лиувилля таким образом:

$W(x)=\begin{vmatrix}y_1(x) & y_2(x)\\ y_1'(x) & y_2'(x)\end{vmatrix}=y_1(x)y_2'(x)-y_2(x)y_1'(x)=C_2e^{-\int p_1dx}.$

Поделив это выражение на $y_1(x),(y_1(x))^2$, получим

$\frac{y_1(x)y_2'(x)-y_2(x)y_1'(x)}{y_1^2(x)}=\frac{C_2e^{-\int p_1dx}}{y_1^2(x)}.$

Выражение слева - производная дроби

$\frac{y_2(x)}{y_1(x)}:\left(\frac{y_2(x)}{y_1(x)}\right)'=\frac{y_1(x)y_2'(x)-y_2(x)y_1'(x)}{y_1^2(x)}$

Поэтому $\left(\frac{y_2(x)}{y_1(x)}\right)' = \frac{C_2 e^{-\int p_1 dx}}{y_1^2(x)}$.

Интегрируем: $\frac{y_2(x)}{y_1(x)} = \int \frac{C_2 e^{-\int p_1 dx}}{y_1^2(x)} + C_1$, $y_2(x) = y_1(x) \int \frac{C_2 e^{-\int p_1 dx}}{y_1^2(x)} + C_1 y_1(x)$, и так как необходимо найти решение $y_2(x)$, линейно независимое с $y_1(x)$, то берём $y_2(x) = y_1(x) \int e^{-\int p_1 dx} \frac{dx}{y_1^2}$.

Пример 4. Найти общее решение уравнения $(x^2+1)y'' - 2y = 0$.

Решение. Для начала подберем возможное частное решение для данного уравнения. Анализируя структуру уравнения, рассмотрим возможность найти частное решение в виде квадратичной функции:

$y_1 = Ax^2 + Bx + C$.

Производные данной квадратичной функции будут равны:

$y_1' = 2Ax + B$, $y_1'' = 2A$.

Определим коэффициенты A, B, C, с помощью подстановки значений производных в дифференциальное уравнение:

$(x^2+1)2A - 2(Ax^2 + Bx + C) = 0$, $2Ax^2 + 2A - 2Ax^2 - 2Bx - 2C = 0$

Необходимо, чтобы коэффициенты удовлетворяли условиям

$\begin{cases} -2B = 0, \\ 2A - 2C = 0; \end{cases} \quad \begin{cases} B = 0, \\ A = C. \end{cases}$

Данным условиям соответствует функция $y_1 = C(x^2+1)$. Итак, в качестве частного решения можно взять такую функцию, где $C = 1$. Тогда частное решение имеет вид: $y_1 = (x^2+1)$. Сделаем необходимую для понижения порядка уравнения подстановку:

$y = y_1 z = (x^2+1)z$,

$y' = 2xz + (x^2+1)z'$,

$y'' = 2z + 2xz' + 2xz' + (x^2+1)z''$.

Тогда уравнение примет вид:

$(x^2+1)[2z + 4xz' + (x^2+1)z''] - 2[(x^2+1)z] = 0$

$(x^2+1)[2z + 4xz' + (x^2+1)z'' - 2z] = 0$, $(x^2+1)z'' + 4xz' = 0$.

Воспользуемся заменой $z' = p(x)$, получаем

$(x^2+1)p' + 4xp = 0$.

Осталось решить линейное уравнение 1-го порядка, применив метод разделения переменных:

$(x^2+1)\frac{dp}{dx} = -4px$, $\frac{dp}{p} = \frac{-4xdx}{x^2+1}$, $\int \frac{dp}{p} = -2\int \frac{d(x^2+1)}{x^2+1}$,

$\ln|p| = -2\ln(x^2+1) + \ln C_1$, $\ln|p| = \ln \frac{C_1}{(x^2+1)^2}$, $p = \frac{C_1}{(x^2+1)^2}$.

Решим уравнение для z:

$p = z' = \frac{C_1}{(x^2+1)^2}$

$z = \int \frac{dx}{(x^2+1)^2}$

Вычислим данный интеграл:

$\int \frac{dx}{(x^2+1)^2} = \frac{x}{2(x^2+1)} + \frac{1}{2}\int \frac{dx}{x^2+1} = \frac{x}{2(x^2+1)} + \frac{1}{2} arctg\, x + C_2$

В итоге получаем выражение для функции z:

$z = C_1\left[\frac{x}{2(x^2+1)} + \frac{1}{2} arctg\, x + C_2\right] = \frac{C_1 x}{(x^2+1)} + C_1 arctg\, x + C_2$

где C_1 и C_2, которые являются постоянными, перенумерованы для упрощения выражения.

Таким образом, окончательный вид, представляющий собой общее решение, выглядит так:

$y=(x^2+1)\,z=C_1 x+C_1(x^2+1)\,arctg\,x+C_2(x^2+1)=¿$
$C_1\left[x+(x^2+1)\,arctg\,x\right]+C_2(x^2+1).$

Заключение.

Определитель Вронского является основным инструментом определения линейной независимости функций. Также определитель Вронского применяется для доказательства многих теорем. В статье изложены основные идеи и методы применения определителя Вронского. Значение определителя Вронского тесно связано с самим уравнением, а именно: имеет место следующая формула Остроградского-Лиувилля $W(x)=W(x_0)e^{-\int_{x_0}^{x} p_1 dx}$. Также для того, чтобы n решений составляли фундаментальную систему решений уравнения $y^{(n)}+p_1 y^{(n-1)}+\ldots+p_{n-1}y'+p_n y=0$ (*) на интервале (a,b), достаточно, чтобы их определитель Вронского был отличен от нуля в одной точке $x_0\in(a,b)$. В свою очередь понятия, выражаемые через значение определителя Вронского и тесно связанные с ним используются при решении других задач. Приложения определителя Вронского могут быть использованы при решении дифференциальных уравнений.

Библиографический список.

1. Асташова, И.В. Практикум по курсу «Дифференциальные уравнения». Учебное пособие / Асташова И. В. . — М.: Евразийский открытый институт, 2011. — 96 с.

2. Пушкарь Е.А. Дифференциальные уравнения: Учебное пособие. – М.: МГИУ, 2007. – 254 с.

3. Степанов В. Курс дифференциальных уравнений. — М.: Гос. издательство технико-теоретической литературы, 1950. – 473 с.

Кудрявцев Владимир Иванович
Kudryavcev Vladimir Ivanovich
канд. техн. наук, доцент, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище

Гладков Роман Викторович
Gladkov Roman Viktotrovich
канд. техн. наук, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище
E-mail: gladkov-80@mail.ru

Есин Александр Валентинович
Esin Alexander Valentinovich
Старший преподаватель, Рязанское гвардейское высшее воздушно-десантное командное училище

УДК 623

СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЖИВУЧЕСТИ АВТОМОБИЛЯ В БОЕВЫХ УСЛОВИЯХ

A METHOD OF INCREASING THE SURVIVABILITY OF THE VEHICLE IN COMBAT CONDITIONS

Аннотация: Статья имеет отношение к повышению живучести военной автомобильной техники в боевых условиях.

Abstract: The article is related to the increase of survivability of military vehicles in combat conditions.

Ключевые слова: живучесть, военная автомобильная техника, потеря боеспособности, топливный бак, заглушка

Keywords: survivability, military automotive equipment, loss of combat capability, fuel tank, plug

Очевидно, что пока для РФ и ее союзников существуют военные угрозы национальной безопасности, ей необходимо иметь неэффективные и мобильные войска, основу которых на континентальных театрах военных действий составляет военная автомобильная техника (ВАТ). Роль ВАТ заключается в обеспечении удовлетворения потребностей в транспортно-тяговой технике всех видов ВС РФ для монтажа ВВТ и транспортировки различных грузов.

Успех выполнения боевых задач подразделениями зависит от их материального и технического обеспечения. Во время боевых действий с помощью АТ подвозились материальные средства, эвакуировались раненые, обеспечивалась жизнедеятельность войск. АТ использовалась в качестве средств обеспечения подвижности артиллерийских систем и минометов, под монтаж средств связи для управления войсками и оружием, для перевозки личного состава, подвоза боеприпасов, горючего, смазочных материалов, продовольствия, воды, для размещения средств тылового, технического и других видов обеспечения.

Главными преимуществами автомобильных подразделений, обеспечивающим широкое применение автоперевозок в войсках, являются: маневренность; возможность непосредственной доставки грузов без перегрузки от грузоотправителей до грузополучателей; высокая регулярность перевозок; приспособленность для транспортировки грузов, различных по массе и габаритным размерам; освобождение от необходимости накопления большой массы грузов; способность обеспечивать значительную экономию во времени и, в конечном счете, достижение главной цели - своевременной и оперативной доставки материальных средств.

Существенное отрицательное влияние на организацию материального обеспечения оказывает воздействие противника и потеря боеспособности автомобильных подразделений, а так как боевые действия на этом не завершаются, то необходимо восстанавливать автомобильные подразделения с целью продолжения материального обеспечения дальнейших действий.

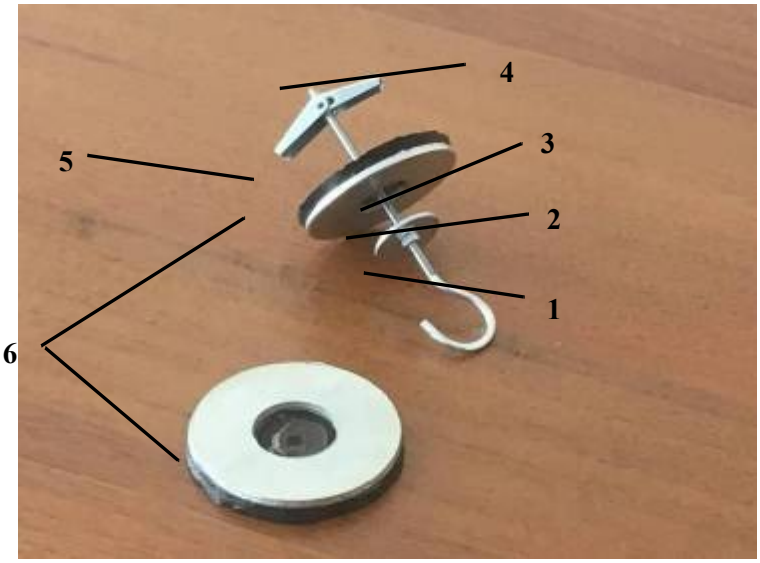
Применение противником ядерного и высокоточного оружия в условиях напряженных и высокоманевренных боевых действий могут привести к большому выходу автомобильной техники из строя по боевым повреждениям.

В ходе выполнения боевых задач от воздействия огневых средств противника в топливных баках автомобиля будут появляться боевые повреждения. Утечка топлива ограничивает подвижность автомобиля.

В условиях боевых действий первоочередным требованием к автомобильной технике является её живучесть. Способом повышения живучести автомобиля в боевых условиях может быть применение приспособления для заглушки боевых повреждений топливного бака.

Приспособление для заглушки боевых повреждений топливного бака предназначено для устранения течи топлива из бака, в случае появления в нем пулевых отверстий, разрывов от осколков мин и т.д.

Приспособление для заглушки боевых повреждений топливного бака показано на рисунок 1.



1 – винт с резьбой; 2 – гайка; 3 – упорная шайба; 4 – гайка с подпружиненными упорами; 5 – бензостойкая резина; 6 – шайбы различного диаметра

Рисунок 1 – Приспособление для заглушки боевых повреждений топливного бака

В состав приспособления входит винт с резьбой (поз.1), гайка (поз. 2), упорная шайба (поз. 3), шайбы различного диаметра (поз. 6), бензостойкая резина (поз. 5), приклеенная к шайбам различного диаметра, гайка с подпружиненными упорами (поз. 4).

Порядок применения приспособления для заглушки пулевых отверстий топливного бака следующий:

скрутить с винта гайку с подпружиненными упорами;

надеть на ось винта шайбу с бензостойкой резиной, соответствующую размерам (диаметру) повреждения (пулевого отверстия);

навернуть на винт гайку с подпружиненными упорами;

сложить упоры и ввести винт в пробоину топливного бака, упоры разойдутся;

вращая проушину винта прижать шайбу с бензостойкой резиной через упорную шайбу с гайкой к стенке топливного бака (рисунок 2).

Течь топлива прекратится.

Рисунок 2 – Приспособление в рабочем положении

Приспособление для заглушки боевых повреждений топливных баков позволит в короткий срок в боевой обстановке устранить течь топлива из бака, вызванного боевым повреждением, что исключит потерю топлива и обеспечит выход машины из зоны воздействия противника к месту проведения ремонта.

Полезность приспособление для заглушки пулевых отверстий топливного бака заключается:

в простоте и дешевизне изготовления (суммарные затраты составили не более 100 руб.);

в быстроте заглушки пулевых отверстий в топливном баке, что приводит к повышению живучести автомобиля в боевых условиях.

Заключение

Как видно, приспособление можно использовать для устранения боевых повреждений не только топливных баков автомобилей, но и для устранения повреждений любых емкостей содержащих ГСМ боевых машин и автомобилей.

Библиографический список:

1. Опыт ведения боевых действий парашютно-десантными подразделениями во внешним вооруженном конфликте в горно-пустынной местности Афганистана: монография / А.И. Пахомов, В. Горшков. – Рязань: РВВДКУ, 2012. – 277 с.

2. Материальная часть многоцелевых гусеничных машин. Часть 5 ремонт и эвакуация машин. – Рязань: РВВДКУ, 2008. – 168 с.

Калин Денис Игоревич
Магистрант**,** Национальный исследовательский ядерный университет**,** НИЯУ МИФИ г. Москва

Kalin Denis Igorevich
Master`s Degree student**,** National Research Nuclear University**,** NRNU MEPhI Moscow
E-mail: denis-kalin@mail.ru

УДК 621.039

ЯДЕРНЫЕ СИСТЕМЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ

NEW GENERATION NUCLEAR SYSTEMS

Аннотация: в данной работе был проведен анализ, всестороннее рассмотрение разработок реакторов поколения-IV для определения уровня их необходимости и полезности в будущем, выявление стран лидеров в сфере инновационных атомных разработок.

Abstract: in this work the analysis, comprehensive consideration of generation-IV reactors developments for determination of level of their necessity and usefulness in the future, identification of the countries of leaders in the sphere of innovative nuclear developments was carried out.

Ключевые слова: ОЯТ (отработавшее ядерное топливо), АЭС (атомная электростанция), ЯЭ (ядерная энергетика), КПД (коэффициент полезного действия), АЗ (активная зона), ГК (государственная корпорация).

Key words: SNF (spent nuclear fuel), NPP (nuclear power plant), nuclear power (nuclear power), efficiency (efficiency), AZ (active zone), GK (state Corporation).

Введение

Атомная промышленность одна из отраслей, которая за время своего существования и развития оказала сильное влияние на жизнь человечества в целом. Тенденции времени таковы, что в производстве электроэнергетики необходимо долгосрочное планирование всех контуров деятельности.

Целью работы выступает доказательство перспективы реакторов поколения-IV.

Главной задачей работы является проведение анализа, всестороннее рассмотрение разработок реакторов поколения-IV, для определения уровня их необходимости и полезности в будущем. Выявление стран лидеров в сфере инновационных атомных разработок.

Ядерные системы поколения-IV

Несмотря на все еще отрицательные ассоциации по отношению к атомной промышленности в мире, интерес к атомной энергетике неуклонно растет и возрастает процент от общей суммы всей вырабатываемой энергии в мире.

Важными проблемами в атомной энергетике являются:

- обращение с отработанным ядерным топливом;
- опасность возникновения аварий с выбросом радиотоксичных элементов в биосферу;
- относительно низкий КПД, который составляет 31–34%;
- высокая стоимость АЭС.

Ниже приведена таблица реакторов всех поколений и их особенности.

Таблица 1. Поколения ядерных реакторов

	Поколение I	Поколение II	Поколение III	Поколение III +	Поколение IV
Период ввода в эксплуатацию	1950-1960 года	1970-1990 года	1990-2000 года	после 2000 года	после 2030
Пример	Shippingport, Dresden, Magnox	PWR and VVER, BWR, CANDU	ABWR, AES-92		
Комментарии	Первые прототипы реакторов	Самые коммерчески выгодные АЭС. Используются	Повышение КПД	Новый формат сократил издержки и повысил безопасность	Повышенная безопасность, минимальный вред, увеличенный срок

		по настоящее время			эксплуатации, понижение стоимости АЭС

В то же время усовершенствованные тепловые электростанции на ископаемом топливе достигли уровня КПД 43–47%, а в разрабатываемом в рамках ЕС энергоблоке рассчитывают получить КПД 52–55%, используя сверхкритические параметры воды и пара и промежуточный перегрев после турбины высокого давления.

Инновационные атомные системы поколения-IV направлены на оптимизацию использования природных ресурсов и надежность энергоснабжения. Отрицательным фактором существующих ядерных технологий является их ограниченная способность к использованию энергетического потенциала уранового топлива. Тепловые реакторы I и II поколений используют изотоп урана, который составляет лишь менее 1% общего количества урана, встречающегося в природе. Реакторы-размножители способны использовать значительную часть энергетического потенциала, недоступного тепловым легководяным реакторам, в результате чего из того же исходного количества урана может быть произведено в 50 раз больше энергии. Такие реакторы способны преобразовывать ^{238}U в делящийся ^{239}Pu даже интенсивнее, чем сами поглощают делящийся материал. Кроме того, они могут использовать топливо с очень низким содержанием урана, соответствующим руде.Образование отходов будет минимальным. Недостатком открытого топливного цикла, предусматривающего захоронение отработавшего ядерного топлива без переработки, является объем, уровень радиотоксичности и остаточное тепловыделение ОЯТ.

По прогнозным оценкам на ближайшие несколько десятилетий, к 2060 году накопится настолько значительное количество требующего захоронения ОЯТ, что это станет неприемлемым для человеческого общества. Эта проблема, однако, была частично решена в странах, где принято решение о промышленной переработке ОЯТ с целью извлечения плутония (замкнутый ядерный цикл с частичным рециклированием), – Франции, Великобритании, России, Японии и Индии.

Передовые технологии деления и трансмутации являются предметом многочисленных исследовательских проектов, выполняемых в рамках развития систем IV поколения. Ядерно-химические технологии позволяют выполнять разделение отработавшего топлива на различные составляющие в зависимости от их дальнейшего использования или требований к захоронению.

Анализ ядерно-энергетического цикла показывает, что он производит такое же количество парниковых газов, что и гидроэлектроэнергетика, то есть ничтожно мало. В Европейском Союзе треть электроэнергии вырабатывается на АЭС, благодаря чему предотвращается образование объема CO_2, примерно равное выбросам от всех автомобилей во всех странах ЕС (около 200 млн автомашин и 900 млн т CO_2 ежегодно).

В данный момент самыми инновационными являются АЭС 3-го поколения, которые были впервые разработаны в 1990-х годах, и относятся они чаще всего к реакторам с легководным теплоносителем. Данные реакторы строятся или уже имеются в России, Финляндии, Франции, Китае и в других странах. Создание 4-го поколения ядерных реакторов будет иметь революционное значение в мировой атомной промышленности, реакторы станут на порядок более высокоэкономичными, безопасными, с минимальным образованием радиоактивных отходов и защищенные от распространения ядерных материалов. Реакторы 4-го поколения, которые более корректно называть системами, так как в них будет входить также процесс переработки ядерного топлива, некоторые из них будут работать на нейтронах быстрого спектра, топливный цикл будет замкнутым.

В настоящий момент создание АЭС 4-го поколения проводится в России, Китае, Франции, Аргентине, Корее, Японии и США.

Инновационные системы 4-го поколенияи топливныециклы

На сегодняшний день имеется шесть основных видов разрабатываемых реакторов. Рассмотрим краткую таблицу с основными характеристиками инновационных реакторов поколения-IV (*Таблица 2.)*.

Таблица 2. Инновационные реакторы поколения-IV

Система реактора	Нейтронный спектр	Охлажда-ющий элемент	Температу-ра на выходе °C	Топливный цикл	Мощность (МВт)

VHTR (Very-high-temperature reactor)	Тепловые	Гелий	900-1000	Открытый	250-300
SFR (Sodium-cooled fast reactor)	Быстрые	Натрий	500-550	Закрытый	50-150 300-1500 600-1500
SCWR (Supercritical-water-cooled reactor)	Тепловые/ быстрые	Вода	510-625	Открытый/ закрытый	300-700 1000-1500
GFR (Gas-cooled fast reactor)	Быстрые	Гелий	850	Закрытый	1200 - 2400
LFR (Lead-cooled fast reactor)	Быстрые	Свинец	480-570	Закрытый	300-1200
MSR (Molten salt reactor)	Тепловые/ быстрые	Фтористые соли	700-800	Закрытый	1000

GFR (Gas-CooledFastReactor) - реактор на быстрых нейтронах с гелиевым теплоносителем и замкнутым ядерным циклом. Основное преимущество в том, что обеспечивает гарантию долгосрочного использования урановых ресурсов и минимизацию отходов (за счет многократной переработки топлива и распада долгоживущих актинидов). Топливный цикл по строению схож с SFR и VHTR.

Реакторы типа ВВЭР в уран-плутониевом топливном цикле

В настоящее время рассматриваются различные программы развития ядерной энергетики (ЯЭ). При этом необходимо оптимизировать деятельность ядерного энергопромышленного комплекса в целом и его отдельных подсистем. Кроме того особого внимания требует разработка технологий ЯЭ, на основе реакторов на быстрых нейтронах и замкнутого ядерного топливного цикла. При замыкании ядерного топливного цикла, актуальным становится анализ целесообразности использования избыточного плутония из ОЯТ быстрых реакторов в тепловых реакторах и оптимизация такого ТЦ с двухкомпонентной структурой ЯЭ. Анализ перспектив использования смешанного уран-плутониевого топлива в ВВЭР требует проведения многовариантных расчетов нейтронно-физических характеристик и эволюции изотопных составов с учетом внешней части топливного цикла. В работе представлены первые результаты, полученные при исследовании данного направления. Для исследования задач, связанных с моделированием сценариев развития ядерной энергетики в РФЯЦ-ВНИИТФ создан математический моделирующий комплекс АТЭК.

Расчёт нейтронно-физических характеристик реактора проводится с помощью методов Монте-Карло с использованием программного комплекса ПРИЗМА, разработанного в РФЯЦ-ВНИИТФ. При расчётах используется спектральная библиотека оцененных нейтронных данных ENDF/B-VI. Исследование эволюции нуклидного состава проводилось с помощью программного комплекса РИСК, разработанного в РФЯЦ-ВНИИТФ, позволяющего проводить детальный расчет эволюции изотопных составов, учитывается ~1500 изотопов.

При расчете эволюции нуклидного состава использовалась библиотека оцененных нейтронных данных ENDF/B-VI. За основу взят реактор ВВЭР-1000 с тепловой мощностью 3ГВт. Время работы реактора составляло 300 эффективных суток. Активная зона (АЗ) полностью перегружалась в конце каждой микрокампании. АЗ заполняется тремя типами ТВС с разным обогащением, аналогично урановой загрузке реактора ВВЭР-1000. После выгрузки ОЯТ охлаждаются в бассейне выдержки три года, а затем отправляется на переработку. За время кампании в реакторе ВВЭР масса плутония уменьшается, изотопный состав плутония сильно изменяется. КВ теплового реактора по плутонию составит 3,6%. Масса плутония необходимая для стартовой загрузки составляет 2693,84 кг, из них 126,24 составляет плутоний из реактора БН и 2567,60 кг из ОЯТ ВВЭР.

Прогноз популярности реакторов нового поколения

Таким образом, проанализировав технологические и экономические особенности реакторов поколения III+, можно сделать вывод о том, данные реакторы являются флагманами мировой и отечественной ядерной энергетики и способны популяризировать ядерную энергетику в мире и повысить ее долю в общем производстве электроэнергии. Для их создания необходимо было решить множество инженерных задач, касающихся вопросов безопасности и экономической эффективности.

Большим фактором величины спроса на энергию, генерируемую атомными станциями является ее восприятие со стороны населения. После аварии на АЭС Фукусима (Япония) в 2011 году многие правительства стран Европы под давлением своих граждан приняли решение о снижении своей энергетической зависимости от ядерной энергетики. Данное событие на несколько лет погрузило отрасль в кризис. Однако, задачи решенные при проектировании реакторов поколения III+ позволили увеличить безопасность эксплуатации АЭС, должно положительно сказаться на уровне спроса на ядерную энергетику.

Также позитивную роль играют достигнутые снижения сроков и затрат на строительство. Речь идет не только о отечественных, но и о всех реакторах поколения III+. Учитывая высокие капитальные затраты, многим государствам сложно решиться на строительство новых АЭС. В свою очередь частные инвесторы не желают вкладывать средства в подобные проекты ввиду низкой рентабельности и большого срока окупаемости. Достигнутые экономические результаты вряд ли привлекут большие инвестиции в проекты, однако это покажет динамику движения всей ядерной энергетики, что должно позитивно сказаться на побочных отраслях, а также на инвестициях в будущем.

Отечественный проект ВВЭР-ТОИ, направленный как на внутреннее строительство, так и на возведение АЭС за рубежом, это хороший показатель того, как можно оптимизировать уже существующие технологии, не тратя огромные средства на НИОКР, пытаясь изобрести реактор с нуля, как это сделали некоторые зарубежные компании. Главной особенностью Проекта является его универсальность и применимость на территории практически любого государства. Конечно, большую роль в заключении международных контрактов играет внешнеполитическая обстановка и отношения между государствами, поэтому ГК «Росатом» необходимо вести грамотное позиционирование и продвижение своих услуг, чтобы объективная сторона принимаемых решений заказчика была преобладающей.

Учитывая вышесказанное, можно сделать вывод о том, что Россия находится на передовой конкурентной борьбы в ядерной сфере, в частности в реакторостроении. По многим, показателям наши образцы опережают конкурентов, что дает неплохой задел на увеличение своей рыночной доли и общего влияния ГК «Росатом» в мире.

Таким образом, в данной работе изучены технико-экономические особенности реакторов поколения III+, сделан вывод о их роли в продуктовой линейке ГК Росатом, а также о их месте в ядерной энергетике будущего.

Заключение

Мировая атомная промышленность развивается со скоростью геометрической прогрессии. На сегодняшний день активным ходом производится запуск тестовых реакторов поколения-IV. Международный форум поколения IV и соответственно страны участники имеют долгосрочный план по развитию и разработке реакторов поколения-IV. Работа GIF, главным образом направлена не только на улучшение качеств реактора для государственной выгоды, но и на изменения положения атомной промышленности на мировом уровне.

Библиографический список:

1. Энергетические рынки в период глобальных перемен / Под ред. Н.В. Тогановой, Ю.Д. Квашнина. – М.: ИМЭМО РАН, 2015.
2. Энергетика Евразии: новые тенденции и перспективы. Под ред. С. В. Жукова. М.: ИМЭМО РАН, 2016.
3. Харитонов В.В., Курельчук У.Н., Мастеров С.В. Долгосрочное стохастическое прогнозирование мирового рынка ядерной энергетики. Форсайт, 2015, т.9 №2, с. 58-71.
4. The Generation IV International Forum [Электронныйресурс] // URL: https://www.gen-4.org/gif/jcms/c_40473/a-technology-roadmap-for-generation-iv-nuclear-energy-systems
5. Справочник по ядерной энерготехнологии /Ф. Ран, А. Адамантиадес, Дж. Кентон, Ч. Браун. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 752 с.

Муратова Бахора Баходировна
Muratova Bakhora Bakhodirovna
ассистент кафедры высшей математики,
Каршинский инженерно- экономический институт,
г. Карши, Узбекистан,
E-mail: Khalilova.luiza@mail.ru

УДК 519.2(075.8)

КЛАССИФИКАЦИЯ СОБЫТИЙ

EVENT CLASSIFICATION

Аннотация: В статье рассматриваются «Классификация событий», вводятся понятия испытания (или опыта, эксперимента), случайного события и его вероятности. События бывают несовместные и совместные, равновозможные и единственно возможные, невозможные и достоверные.

Abstract: the article deals with the «classification of events",introduces the notion of exertion or experience, experiment, random event and its probability. Events are incompatible and joint, equitable and possible impossible amnd reliable.

Ключевые слова: вероятность, гипотеза, возможные, невозможные, достоверные, статистическая, устойчивость, случайное, событие, игральная кость, формула Байеса.

Keywords: probability,hypothesis,possible, impossible, reliable, statistical, sustainability,accidental, event,dice, Bayes formula

«Классификация событий» вводятся понятия испытания (или опыта, эксперимента), случайного события и его вероятности.

Случайным событием, возможным событием или просто событием называется любой факт, который может произойти или не произойти в результате испытания, т.е. выполнения определенного комплекса условий. Приведем примеры событий:

1. Появление герба при подбрасывании монеты.
2. Выигрыш автомобиля в денежно-вещевой лотерее.
3. Превышение температуры воздуха сверх 30°С в данной местности в первый день лета.

Событие – это не какое-либо происшествие, а лишь возможный исход, результат испытания. Обратите внимание на виды событий:

несовместные и совместные, равновозможные и единственно возможные, невозможные и достоверные. События образуют полную группу (полную систему), если они являются единственно возможными и несовместными исходами испытания. В частности, два несовместных события, из которых одно обязательно произойдет, называются противоположными.

Важнейшее понятие темы – вероятность события, которая представляет собой численную меру степени объективной возможности наступления этого события.

Существует два подхода к количественному определению вероятности: классический и статистический.

Первый, основан на классическом определении (или классической формуле) вероятности. Пусть исходы некоторого испытания образуют полную группу событий и равновозможны, т.е. единственно возможны, несовместны и равновозможны – такие исходы называются случаями или шансами. Если появление случая влечет за собой появление события А, то случай называется благоприятствующим событию А.

Согласно классическому определению вероятность события А есть отношение числам случаев, благоприятствующих ему, к общему числу случаев n ,т.е. $P(A)=\frac{m}{n}$. Например, вероятность события А – выпадение четного числа очков при бросании игральной кости – равна $P(A)=\frac{3}{6}=\frac{1}{2},$ так как из общего числа n =6 случаев (исходов) событию А благоприятствует m =3 случая – выпадение 2, 4 и 6 очков.

Надо четко знать, что вероятность любого события заключена между нулем и единицей, т.е. $0 \le P(A) \le 1$ при этом вероятность невозможного события равна нулю, а вероятность достоверного события равна единице.

Существует большой класс событий, вероятности которых не могут быть вычислены с помощью классического определения, например, если события не являются равновозможными исходами испытаний. Так, оно будет неприменимо для определения вероятностей выпадения того или иного количества очков при бросании игральной кости неправильной (несимметричной) формы.

Другой подход при оценке вероятности события основан на том, насколько часто будет появляться событие в произведенных испытаниях.

Статистической вероятностью $P^*(A)$ события А называется относительная частота (частость) $W(A)$ появления этого события в п произведенных испытаниях, т.е. $P^*(A) = W(A) = \frac{m}{n}$, где m – число испытаний, в которых появилось событие А.

Если при классическом определении вероятность события определяется как доля случаев, благоприятствующих данному событию без проведения каких-либо испытаний, то при статистическом определении – доля тех фактически произведенных испытаний, в которых это событие появилось. При этом предполагается, что число испытаний достаточно велико, а события – исходы тех испытаний, которые могут быть воспроизведены неограниченное число раз при одном и том же комплексе условий и обладают статистической устойчивостью или устойчивостью (т.е. незначительным изменением) относительных частот.

Основные теоремы Вы четко должны усвоить основные операции над событиями – их сумму и произведение. Если сумма(А+ В) есть событие, состоящее в появлении хотя бы одного из данных событий (т.е. наступления или события А, или события В или обоих событий вместе), то произведениеАВ – представляет событие, состоящее в совместном наступлении двух событий (т.е. наступления и события А, и события В). Следует учесть, что два события – появление хотя бы одного из данных событий и не появление всех этих событий ,являются противоположными.

Поэтому событием, противоположным сумме А+ В +...+ К, будет произведение противоположных событий $\overline{A}\overline{B}...\overline{K}$

В основе учебного материала данной темы выступают теоремы сложения и умножения вероятностей.

Согласно первой – теореме сложения – вероятность суммыконечного числа несовместных событий равна сумме вероятностей этих событий, т.е.

$$P(A+B+...+K) = P(A)+P(B)+...+P(K)$$

Из этой теоремы следует, что сумма вероятностей событий, образующих полную группу (и в частности, противоположных событий), равна 1. При использовании теоремы сложения учтите, что она применима только для несовместных событий. В противном случае, получаем неверные и даже абсурдные результаты. Так, если выигрыш по каждому билету лотереи равен 0,05, то применение теоремы сложения для определения вероятности выигрыша хотя бы по одному из 100 приобретенных билетов, приведет к суммированию 100 одинаковых слагаемых – вероятностей 0,05, т.е. к ответу, равному 5, в то время как вероятность любого события не может быть больше 1. Абсурдность полученного ответа объясняется тем, что выигрыши по каждому билету лотереи – события совместные, и теорема сложения вероятностей к ним не применима. Согласно второй – вероятность произведения двух событий равна произведению вероятности одного из них на условную вероятность другого, найденную в предположении, что первое событие произошло, т.е.

$$P(AB) = P(A) \cdot P_A(B).$$

Например, если в урне 7 белых и 3 черных шара, то вероятность извлечения из нее на удачу двух белых шаров, равна вероятности извлечения первого белого шара, т.е. $P(A) = \frac{7}{10}$ умноженной на условную вероятность извлечения второго белого шара при условии, что первым извлеченным

шаром был также белый, т.е. на $P_A(B) = \frac{6}{9}$ (ибо из оставшихся 9 шаров 6 белых). Таким образом, искомая вероятность $P(AB) = \frac{7}{10} \cdot \frac{6}{9} = \frac{7}{15} \approx 0{,}47.$

В случае независимых событий теорема умножения принимает более простой вид: вероятность произведения двух или нескольких независимых событий равна произведению вероятностей этих событий, т.е.

$$P(AB) = P(A) \cdot P(B).$$

Так, при наличии двух урн, в каждой из которых по 7 белых и 3 черных шара, вероятность того, что при извлечении наудачу по одному шару из каждой урны окажутся оба белых, по теореме умножения для независимых событий $P(AB) = \frac{7}{10} \cdot \frac{7}{10} = 0{,}49.$

Если требуется найти вероятность появления хотя бы одного из совместных событий, т.е. вероятность суммы совместных событий, то рекомендуется перейти к противоположному ей событию, т.е. не появлению всех данных событий. При этом исходят из утверждения о том, что вероятность суммы совместных событий равна разности между единицей ни вероятностью произведения противоположных событий, т.е.

$$P(A + B + \ldots + K) = 1 - P(\overline{A}\,\overline{B} \ldots \overline{K}).$$

Так, в упоминавшемся выше примере о нахождении вероятности выигрыша хотя бы по одному из 100 приобретенных лотерейных билетов с вероятностью выигрыша по каждому $P(A_i) = 0{,}05$, $(i = 1,\ldots,100)$, надо найти вероятность противоположного события, т.е. не выигрыша по всем 100 билетам; эта вероятность

$$P(A_1 + \ldots + A_{100}) = 1 - P(\overline{A}_1 \cdot \ldots \cdot \overline{A}_{100}) = 1 - (1 - P(A_i))^{100} = 1 - (1 - 0{,}05)^{100} \approx 0{,}994.$$

Завершают тему формулы полной вероятности и Байеса, применяемые в случае, когда данное событие F может произойти только при условии появления одного из событий – гипотез, образующих полную группу. Если по формуле полной вероятности находится вероятность события F (безотносительно к рассматриваемой гипотезе), то формула Байеса позволяет произвести количественную переоценку вероятностей гипотез, известных до испытания, лишь после того, как событие F произошло.

Библиографический список:

1. Агапов Г.И. Задачник по теории вероятностей. – М.: Высш.шк., 1986.

2. Адибаев Б.М. Элементы математической статистики и основы теории верятностей. Учебное пособие, Алматы 2004г.

3.Айвазян С.А., Енюков Е.С., Мешалкин Л.Д. Прикладная статистика. – М.Ж. Финансы и статистика, 1983

4.Бочаров П.П., Печенкин А.В. Теория вероятностей. М.: Изд - во РудН, 1994.

5.Вентцель Е.С. Курс теории случайных процессов. – М.: Наука, 1993.

6. 20. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. Прикладные задачи теории вероятностей. – М.: Наука, 1985.

7.В.Е. Гмурман. Теория вероятностей и математическая статистика. М. Высшая школа. 2001г. [17-22,31-34,37-60]

Муратова Бахора Баходировна
Muratova Bakhora Bakhodirovna
ассистент кафедры высшей математики,
Каршинский инженерно- экономический институт,
г. Карши, Узбекистан,
E-mail: Khalilova.luiza@mail.ru

УДК 519.2(075.8)

ПРОВЕРКА СТАТИСТИЧЕСКИХ ГИПОТЕЗ

TESTING OF STATISTICAL HYPOTHESES

Аннотация: В статье рассматриваются сущность и содержание статистической гипотезы. Критерий значимости - правило проверки статистической гипотезы. Общая схема проверки статистических гипотез рассматривается в восьми пунктах.

Abstract: in the article the essence and content of the statistical hypothesis criterion of significance of the rule for checking the statistical hypothesis are considered.

Ключевые слова: статистическая гипотеза, альтернативная гипотеза H_1, нулевая гипотеза, допустимые значения, уровень значимости α, значение $K_{эмпир}$.

Keywords: statistical hypothesis, alternative hypothesis H_1, the null hypothesis, valid values, the level of significance α, the value $K_{эмпир}$.

Статистической гипотезой называется такое предположение о виде или свойствах генерального или выборочного распределений, которое *можно проверить статистическими методами на основе имеющейся выборк*и.

Сущность проверки статистической гипотезы заключается в том, чтобы установить:

- согласуются ли экспериментальные данные и выдвинутая гипотеза;
- допустимо ли отнести расхождение между гипотезой и результатом статистического анализа экспериментальных данных за счет случайных причин.

По содержанию статистические гипотезы подразделяются на *виды*:

- о *законе распределения* генеральной совокупности (например, гипотеза о том, что количество ошибок внимания у младших школьников имеет равномерное распределение);
- о *числовых значениях параметров* случайной величины (например, гипотеза о том, что среднее количество правильных ответов студентов контрольной группы на десять тестовых вопросов по теме равно восьми);
- об *однородности выборок* (т.е. принадлежности их одной и той же генеральной совокупности);
- о *виде модели*, описывающей статистическую зависимость между несколькими признаками (например, предположение о том, что связь между успешностью обучения математики Y и показателем невербального интеллекта учащихся X линейная, прямо пропорциональная).

Проверяемую гипотезу обычно называют *нулевой гипотезой* и обозначают H_0. В психологии принято считать, что H_0 *–это гипотеза о сходстве*, т.е. об отсутствии различий. Другими словами, это предположение о том, что все события, интересующие исследователя, произошли случайно, естественным образом. Обозначается нулевая гипотеза как $H_0: X_1 = X_2$.

Пример. Пусть исследователь сопоставляет значения некоторого признака развитости интеллекта (например, уровень вербального мышления) у двух групп подростков - из полных семей (первая группа) и неполных семей (вторая группа). Обозначим через X_1 и X_2 случайные величины, показывающие значения признака (уровня вербального мышления). Тогда нулевая гипотеза означает предположение, что различий в показателе интеллекта у двух групп подростков.

Гипотезе H_0 может быть противопоставлена *альтернативная*, или *конкурирующая*, гипотеза H_1, являющаяся логическим отрицанием H_0. В паре они составляют две возможности выбора, осуществляемого в задачах проверки статистических гипотез. В альтернативной гипотезе H_1 предполагается, что события, интересующие исследователя, случайным образом произойти не могли, и имело место воздействие некоторого фактора.

Если нулевая гипотеза H_0 говорит о «сходстве», то альтернативная гипотеза H_1 – гипотеза *«о различии»,* точнее, о значимости различий. Например, альтернативная гипотеза о том, что контрольные и экспериментальные группы различаются между собой по каким-либо значимым характеристикам.

Альтернативная гипотеза H_1 может иметь различный вид: например, $H_0: X_1 - X_2 > 0$, или $H_0: X_1 - X_2 < 0$, или $H_0: X_1 - X_2 \neq 0$.

Какая из этих гипотез более важна?

В психологии, как и в других науках, выявление различий более информативно в поиске нового, чем доказательство сходства. В психологии выявление различия разнообразных характеристик человека равносилен свидетельству его процесса развития, поэтому *задача доказательства значимости различий* (в терминах теории проверки гипотез – принятия альтернативной гипотезы) более существенна. Для проверки любой статистической гипотезы выбирается какой-либо критерий, называемый *критерием значимости - правило проверки статистической гипотезы.*

Выдвинутую гипотезу проверяют на основе имеющейся выборки.

Суть проверки статистической гипотезы состоит в том, что для принятия или отклонения выдвинутой гипотезы используется специально составленная выборочная характеристика, случайная величина K, называемая *критерием значимости.* Она получена по выборке, и закон ее распределения считается известным (точно или приближенно). С помощью *случайной величины* K по определенному правилу определяется «граница» между принятием и отклонением гипотезы. Поэтому термином «*критерий*» обозначают также *правило*, по которому принимается статистическое решение.

В основе большинства критериев значимости лежит следующий простой принцип: если сделана гипотеза о том, что событие имеет очень малую вероятность α (в психологии это обозначается часто p), но в результате одного лишь испытания это событие произошло, то следует подвергнуть сомнению справедливость выдвинутой гипотезы.

Вероятность α практически невозможного события абстрактно выбирать нельзя. Ее значения диктуются реальной ситуацией. Например, если α - вероятность нераскрытия парашюта, то α должно быть десятичной дробью с большим количеством нулей после запятой. Это число обычно стандартизируется мировой практикой. Так же и в психологии.

Необходимый уровень статистической значимости α выбирается психологом в зависимости от задач и гипотез исследования:

низкий уровень $\alpha = 0,05$ (5%-ый уровень);

достаточный уровень $\alpha = 0,01$ (1%-ый);

высокий уровень $\alpha = 0,001$ (0,1%-ый).

Величина уровня значимости $\alpha = 0,05$ означает, что допускается наличие только пяти ошибок в выборке из 100 испытуемых (случаев, элементов) или одна ошибка из 20 случаев. Большее число раз из 100 ошибиться нельзя, цена таких ошибок слишком велика. В наиболее ответственных случаях (испытаниях), когда требуется особая уверенность в достоверности полученных результатов и надежности выводов, уровень значимости принимают равным $\alpha = 0,01$ или даже $\alpha = 0,001$.

Если сформулированы гипотезы H_0, H_1 и выбран критерий K, то еще следует указать область маловероятных значений, попадание в которую статистики K заставляет нас отвергнуть H_0 и принять H_1.

Критической областью критерия значимости K называется *такая часть области значений* K, *вероятность попадания в которую этой* K, *при условии истинности проверяемой гипотезы* H_0, *равна уровню значимости* α. *Дополнительная область называется областью допустимых значений статистики критерия.* Если значение критерия K принадлежит области допустимых значений, то гипотеза H_0 при заданном уровне значимости α принимается. Обычно говорят очень осторожно: H_0 не противоречит имеющейся выборке, т.е. гипотеза H_0 правдоподобна.

Критическую область можно найти однозначно, если иметь большой объем выборки n и задав величину α.

Общая схема проверки статистических гипотез.

1. Формулируется нулевая H_0 и альтернативная H_1 гипотезы

2. Выбирается уровень значимости α (обычно 0,01; 0,05; 0,1).

3. В соответствии с видом гипотезы H_0 и типом решения психологических задач выбирается статистический критерий для ее проверки. То есть подбирается специальная случайная величина K.

4. По таблицам распределения критерия K находится критическое значение K_{kp} в зависимости от уровня значимости (или числа степеней свободы), объема выборки (количества наблюдений) и вида гипотез H_0, H_1.

5. Определяется вид критической области по виду альтернативной (конкурирующей) гипотезы H_1.

6. На основании экспериментальных данных вычисляется выборочное значение (эмпирическое значение) критерия $K_{эмпир}$.

7. Определяется, в какую область (допустимых значений $V_{доп}$ или критическую $V_{кр}$) попадает значение $K_{эмпир}$.

8. Формулируется критерий проверки.

Если $K_{эмп} \in V_{доп}$ принадлежит области допустимых значений, следовательно, то гипотеза H_0 принимается на уровне значимости α. Говорят, что *выборочные данные не противоречат гипотезе* H_0 *о генеральной совокупности, т.е. нет оснований отклонить гипотезу* H_0 *на уровне значимости* α.

Если $K_{эмп} \in V_{кр}$ принадлежит критической области, то гипотеза H_0 отклоняется в пользу конкурирующей гипотезы H_1, так как в результате одного лишь испытания, получения выборки произошло практически невозможное событие $K_{эмп} \in V_{кр}$ с вероятностью α. *Имеющиеся выборочные данные не позволяют с достаточной уверенностью принять* H_0. *Иначе говоря, данные наблюдений не согласуются с выдвинутой гипотезой* H_0.

Заметим, что существуют и другие схемы проверки статистических гипотез.

Библиографический список:

1.Калинина В.Н.теория вероятностей и математическая статистика М: Юрайт 2014

2. Кремер Н.У.теория вероятностей и математическая статистика М: ИЦ.2013

3.Коваленко И.Н., Филиппова А.А. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Высш. шк., 1982.

4. Севастьянов Б.А. Курс теории вероятностей и математической статистики. – М.: М.: Наука, 1982.

5. Севастьянов Б.А., Чистяков В.П., Зубков А.М. Сборник задач по теории вероятностей. – М.: Наука, 1980.

6. Смирнов Н.В., Дунин-Барковский И.В. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. – М.: Наука, 1965.

7.Сидоренко Е.В. Методы математической обработки в психологии. – СПб.: ООО «Речь», 2001.

Научное издание

Коллектив авторов

ISSN 2500-1140

Техниконаучный журнал «Техноконгресс»

Кемерово 2018