

**ГОУ ВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ» (ДНР, Донецк)**  
*Факультет металлургии и теплоэнергетики*  
*Кафедра физики*

**Проблемная научно-исследовательская лаборатория взаимодействия  
водорода с металлами и водородных технологий (ПЛВМ-ВТ)**

*Основоположникам  
отечественной космонавтики  
посвящается*

*«Ломоносовские чтения.  
ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ ФИЗИКИ»  
(ИСОФ–2022)*  
*Вузовская студенческая конференция  
23 апреля 2022 г.*

**ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**



*Донецк, ДНР – 2022*

УДК 53.043:008(063)

**Ломоносовские чтения. История и современность физики.**

Сборник тезисов докладов Вузовской студенческой конференции «Ломоносовские чтения. История и современность физики» – ИСОФ–2022 (Донецк, 23 апреля 2022 г.) / под ред. проф. А. Ф. Волкова. – Донецк: ГОУВПО «ДОННТУ», 2022.– 98 с.

Сборник тезисов докладов конференции, посвященной основоположникам отечественной космонавтики, содержит тезисы докладов по следующим направлениям: развитие отечественной космонавтики и её основоположники – Н. Е. Жуковский, К. Э. Циолковский, С. П. Королёв; научные достижения прошлых столетий; успехи современной физики и прогнозы на будущее; проблемы водородной и альтернативной энергетики.

Образованному человеку XXI века недостаточно быть высококлассным специалистом в своей узкой области. Очень важно стать широко эрудированным человеком, знающим и мировую историю, и отечественную историю науки и техники.

Сборник будет полезен студентам, учащимся техникумов, лицеев и школ, интересующимся физическими проблемами естествознания, изучающим не только современные аспекты развития науки, но и почитающим её исторические пути развития.

Под редакцией профессора, канд. техн. наук Волкова А. Ф.

53(09)

И90

История и современность физики (ИСОФ-2022) "Ломоносовские чтения" [Электронный ресурс] : вузовская студенческая конференция, 23 апреля 2022 г., г. Донецк : тезисы докладов / ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ "ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ", Факультет металлургии и теплоэнергетики ; ГОУВПО "ДОННТУ", Фак. металлургии и теплоэнергетики, Каф. физики, Пробл. научно-исслед. лаб. взаимодействия водорода с металлами и водородных технологий ; [поч. ком.: А. Я. Аноприенко и др.] ; [орг. ком.: А. Ф. Волков и др.]. – 3 Мб. – Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2022. – 1 файл. – Посвящается основоположникам отечественной космонавтики. – Ломоносовские чтения. – Систем. требования: Acrobat Reader.

© ДонНТУ, 2022

## **ПОЧЁТНЫЙ КОМИТЕТ**

- Аноприенко А. Я.**,  
Ректор ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»
- Каракозов А. А.**,  
Первый проректор ДонНТУ
- Борщевский С. В.**,  
проректор ДонНТУ
- Бирюков А. Б.**,  
проректор ДонНТУ
- Рязанов А.Н.**  
проректор ДонНТУ
- Лабинский К. Н.**,  
начальник НИЧ ДонНТУ
- Сафьянц С. М.**,  
декан ФМТ ДонНТУ
- Кочура В. В.**, з  
заместитель декана ФМТ по научной работе

## **ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ**

- Волков А. Ф.** – Председатель, зав. каф. физики, профессор
- Тараш В. Н.** – зам. Председателя, старший преподаватель
- Котельва Р. В.** – зам. Председателя, ассистент

### **Члены оргкомитета:**

- Ветчинов А. В.** – доцент
- Глухова Ж. Л.** – доцент
- Додонова Е. В.** – ассистент
- Логинова Е. Н.** – доцент
- Лумпиева Т. П.** – старший преподаватель
- Малашенко Т. И.** – старший преподаватель
- Савченко Е. В.** – старший преподаватель
- Савченко Т. А.** – старший преподаватель
- Щеголева Т. А.** – ассистент



## ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО

*Глубокоуважаемые участники и гости  
вузовской студенческой конференции  
«Ломоносовские чтения.  
История и современность физики»!  
ДОБРО ПОЖАЛОВАТЬ!*

Кафедра физики и Проблемная научно-исследовательская лаборатория взаимодействия водорода с металлами и водородных технологий (ПЛВМ-ВТ) Донецкого национального технического университета (ДонНТУ) приветствуют участников вузовской студенческой конференции *«Ломоносовские чтения. ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ ФИЗИКИ»* (ИСОФ–2022). Конференция проходит в стенах старейшего высшего учебного заведения Донбасса – в мае 2021 года ДонНТУ исполнилось 100 лет!

В мае 1921 года состоялось торжественное открытие Донецкого горного техникума, что было большим событием для индустриального Донбасса, где до этого не было технических учебных заведений такого ранга. Донецкий горный техникум быстро набирал силу, и через пять лет из него вырос Горный институт. Бурно развиваясь, Горный институт, в состав которого вошли металлургический и химико-технологический институты, скоро стал многопрофильным техническим высшим учебным заведением, и, соответственно, в 1953 году он был преобразован в Индустриальный институт.

С 1960 года – это Донецкий политехнический институт (ДПИ), систематически укрепляющийся и расширяющийся, завоевывающий свою известность. Далее ДПИ вырос до статуса Технического университета, а в настоящее время – это Донецкий национальный технический университет, имеющий свои традиции, неразрывно связанные с традициями нашего индустриального края, и в то же время открытый для всего лучшего, что накопила мировая практика в высшем техническом образовании, науке и технике.

В этом году конференция ИСОФ-2022 посвящена основоположникам отечественной космонавтики. Наша конференция и участие в ней не входит в учебные планы нашего вуза и других вузов Донбасса. Тем не менее, в конференции принимают активное участие десятки молодых людей, которые несомненно думают о своем будущем; думают о дипломе не только как о практически полезном документе, но прежде всего заботятся о получении за время учебы высококлассных знаний широкого спектра.

---

Этот тезис сознательно повторяется на каждой нашей студенческой конференции. И действительно, диплом как документ – это одно, а истинная квалификация человека – это нечто другое. Образованному человеку XXI века недостаточно быть высококлассным специалистом в своей (обычно довольно узкой) области. Очень важно стать широко эрудированным, то есть *действительно образованным* человеком, знающим и мировую историю, и отечественную историю науки и техники.

Кафедра физики ДонНТУ – организатор настоящей конференции надеется, что все участники конференции попробуют у нас свои силы, и пообщаются со своими юными коллегами и старшими товарищами.

Дорогие юные коллеги, в заключение разрешите пожелать вам полноценного участия в нашей конференции: и получения новых знаний, и возникновение чувства, что вы приобщились к научному сообществу, и конечно, хорошего дружеского общения, новых знакомств и нового чувства собственной значимости.

Профессор **А. Ф. Волков**,  
заведующий кафедрой физики  
Донецкого национального  
технического университета,  
Руководитель ПЛВМ-ВТ,  
канд. тех. наук, доцент

## *Секция 1*



## **РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОСМОНАВТИКИ, ЕЁ ОСНОВОПОЛОЖНИКИ**



## ОСНОВОПОЛОЖНИКИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОСМОНАВТИКИ

*Котельва Р. В.*

*Оргкомитет ИСОФ-2022*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

В 2012 г. в Донецком национальном техническом университете была проведена студенческая конференция ИСОФ-2012, посвященная 155-летию со дня рождения Константина Эдуардовича Циолковского. Во вступлении к сборнику «Тезисы докладов ИСОФ-2012»

Председатель оргкомитета, академик Российской Инженерной Академии, д-р техн. наук, профессор Виктор Алексеевич Гольцов отметил: «Космонавтика – покорение человеком космического пространства – величайшее достижение человеческой мысли, человеческой технической деятельности и человеческой цивилизации XX века. Вклад СССР и нашего народа в это величайшее достижение человечества трудно переоценить. Невольно возникает вопрос: почему же именно Советский Союз, Россия оказались в XX веке на переднем крае покорения космоса? Ответ здесь звучит так: лидерство СССР в космонавтике – это не случайное явление. И не только потому, что Советский Союз был государством высокой централизации всех устремлений, государством, в котором все силы народа могли быть сосредоточены на индустриализации, покорении космоса и т.д. Важно другое – космос был на протяжении большей части XIX и XX веков центральной идеей научного и философского мышления нашего народа.

Теперь два слова о космонавтике и ее провозвестнике Константине Эдуардовиче Циолковском, который осмысливал космос и межпланетные полеты, когда к этому еще не было никаких технических и государственных предпосылок. По мнению обывателей тех времен, он был просто мечтателем, достойным насмешки. Но Циолковский вопреки всему научно осмысливал покорение космоса и стал предвестником современной космонавтики.

Да и Сергей Павлович Королев, начиная свою деятельность в тяжелейшие времена, во времена индустриализации Советского Союза, работал при поддержке государства (весьма неровной, а иногда принимавшей крутой, можно сказать, трагический оборот). Циолковский и Королев – гордость нашего народа, наши гениальные пионеры космонавтики. Конечно, были и другие яркие примеры и яркие личности при зарождении космонавтики в СССР».

Сегодня, спустя десятилетие, на нашей традиционной студенческой конференции «Ломоносовские чтения. История и современность физики» мы снова вспоминаем и Константина Эдуардовича Циолковского, и Сергея Павловича Королева и ещё одного русского учёного – Николая Егоровича Жуковского – основоположника аэродинамики.

Память о них, их деятельности, разработках и богатом опыте, передаваемом последующим поколениям, хранится на многих страницах свободной энциклопедии – «Википедии».

## **.175-лет со дня рождения Николая Егоровича Жуковского (17 января 1847 – 17 марта 1921)**

Русский учёный-механик, основоположник гидро- и аэродинамики; руководил сооружением аэродинамической трубы при механическом кабинете Московского университета; возглавил первый в Европе аэродинамический институт, созданный под Москвой; был избран президентом Московского математического общества. При активном участии Н. Е. Жуковского были созданы «Курсы авиации», преобразованные сначала в Московский авиационный техникум, а затем в Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ).

Работы Жуковского – «отца русской авиации» в области аэродинамики явились источником основных идей, на которых строится авиационная наука. Заслуженный профессор Московского университета, заслуженный профессор Императорского Московского технического училища, в 1898 году разработал оптимально экономичные способы горизонтального полёта, в 1904 году сформулировал теорему, дающую количественную величину подъёмной силы крыла самолёта; определил основные профили крыльев и лопастей винта самолёта; разработал вихревую теорию воздушного винта, установил закон распределения скорости у лопасти винта, в 1905 году заложил теоретическую основу развития методов определения подъёмной силы крыла аэроплана, разработал математический аппарат для решения задач обтекания крыла, ставший теоретической основой для проектирования воздушных винтов.

В связи со 100-летием со дня рождения Жуковского в январе 1947 года Совет Министров СССР учредил 2 ежегодные премии им. Н. Е. Жуковского, стипендии им. Н. Е. Жуковского для студентов старших курсов Московского университета, Московского авиационного института и МВТУ им. Н.Э. Баумана. В этом же году Указом Президиума ВС РСФСР посёлок Стаханово Раменского района Московской области получил статус города и название – Жуковский.

## **165-лет со дня рождения Константина Эдуардовича Циолковского (17 сентября 1857 – 19 сентября 1935)**

Русский и советский учёный-самоучка, разрабатывавший теоретические вопросы космонавтики, мыслитель, занимавшийся философскими проблемами освоения космоса. Сдав экзамен на звание народного учителя, до 1921 г. преподавал математику и физику в училищах Боровска и Калуги, параллельно пытаясь заинтересовать научное сообщество своими проектами аэропланов и цельнометаллического дирижабля, что послужило ведущим стимулом для разработки оснований ракетно-космической техники.

Циолковский обосновал использование ракет для полётов в космос, ещё в 1920-е годы пришёл к выводу о необходимости использования «ракетных поездов» – прототипов многоступенчатых ракет; осмысливал вопросы выживания человека в невесомости при длительных космических перелётах. Примечательно, что основные его научные труды – по аэронавтике, ракетодинамике и кос-



монавтике – начинались с попытки использовать математический аппарат для решения фантастических задач. Множество исследователей характеризовали Циолковского как мыслителя, существенно опередившего своё время. Вокруг Циолковского возник своеобразный миф о гениальном учёном-универсале, и миф этот распространился по всему миру.

В 1891 г. К. Э. Циолковский занялся проектом аэроплана, отправленного Н. Е. Жуковскому, который высказался о нём вполне благожелательно. Основное содержание жизни Циолковского во второй половине 1890-х годов составили его работы по металлическому аэростату и постройка аэродинамической трубы. По инициативе Н. Е. Жуковского, Циолковский был избран в 1904 г. членом Общества любителей естествознания по физическому отделению. В 1906 г. Циолковский был награждён Орденом св. Станислава III степени

В 1930-х годах Циолковский увлёкся идеей создания самолёта с воздушно-реактивным двигателем, но технический штаб ВВС РККА признал предложение неэкономичным и конструктивно непроработанным, хотя была создана группы по дирижаблю Циолковского. Изобретательские работы Циолковского представляются переходным мостом между фантастикой и реальностью.

В своих научно-фантастических произведениях, будучи сторонником и пропагандистом идей освоения космического пространства, Циолковский предлагал заселить космическое пространство с использованием орбитальных станций, выдвинул идеи космического лифта, поездов на воздушной подушке. Считал, что развитие жизни на одной из планет когда-нибудь достигнет такого могущества и совершенства, которое позволит преодолеть силы тяготения и распространить жизнь по всей Вселенной. Необходимым этапом к расселению человечества в Космосе он считал возвышение интеллектуалов и выведение человечества, лишённого страстей, но с великим разумом, который позволит осуществить «рациональное умиротворённое существование».

Мощным стимулом для изучения достижений Циолковского стало начало космической эры, которое совпало с его столетием, отмечавшимся в 1957 г. Была учреждена Медаль им. Циолковского. В 1961 г. в честь учёного был назван кратер на обратной стороне Луны, а в 2015 г. – город при строящемся космодроме «Восточный». Во время исполнения программы «Союз–Аполлон» в 1975 г. книги К. Э. Циолковского были отправлены в космос. Для этого символического акта были отобраны прижизненные издания «Исследования мировых пространств реактивными приборами», «Космических ракетных поездов» и «Целей звездоплавания», которые с автографами Т. Стаффорда, В. Кубасова и А. Леонова поступили в Калужский музей Циолковского. Факсимильное издание книг с автографами было отправлено затем на станцию «Мир». Полный реестр книг Циолковского, побывавших на околоземной орбите, составил правнук учёного С. Н. Самбуров (РКК «Энергия»).

Миф о Циолковском – великом учёном и *«дедушке русской космонавтики»*, продолжает существование в России после 2000-х годов. Личный фонд К. Э. Циолковского в Архиве РАН составляет 555 трудов, Мифологизации наследия Циолковского способствовал и С. П. Королёв,

## 115 лет со дня рождения Сергея Павловича Королёва (12 января 1907 – 14 января 1966)

Советский учёный, конструктор ракетно-космических систем, председатель Совета главных конструкторов СССР (1946–1966), академик АН СССР (1958), Под его руководством был организован и осуществлён запуск первого искусственного спутника Земли и первого космонавта планеты Юрия Гагарина.

Поступив в Киевский политехнический институт (1924) по профилю авиационной техники, Королёв за два года освоил в нём общие инженерные дисциплины и стал спортсменом-планеристом. Затем перевёлся в Московское высшее техническое училище (МВТУ) имени Н. Э. Баумана. За время учёбы в МВТУ С. П. Королёв уже получил известность как молодой способный авиаконструктор и опытный планерист. сдал экзамены на звание «пилот-паритель», под руководством А. Н. Туполева защитил дипломную работу – проект самолёта СК-4. Спроектированные им и построенные летательные аппараты показали незаурядные способности Королёва как авиационного конструктора. Идея построить ракетоплан появилась «после знакомства с трудами К. Э. Циолковского и близкого знакомства с Ф. А. Цандером» – талантливым энтузиастом в области ракетных двигателей.

Под руководством С. П. Королёва (1956) была создана двухступенчатая межконтинентальная баллистическая ракета Р-7 с отделяющейся головной частью массой 3 тонны и дальностью полёта 8 тыс. км. Ракета была успешно испытана на построенном для этой цели полигоне в Казахстане (нынешний космодром Байконур). Для боевого дежурства таких ракет была построена боевая стартовая станция в районе посёлка Плесецк (Архангельская область, нынешний космодром Плесецк).

4 октября 1957 года был запущен на околоземную орбиту первый в истории человечества искусственный спутник Земли. Запуск спутника высоко поднял международный авторитет СССР как страны передовой науки и техники.

Параллельно с подготовкой к пилотируемым полётам велись работы над спутниками научного, народнохозяйственного и оборонного назначения.

12 апреля 1961 года С. П. Королёв снова поразил мировую общественность, создав первый пилотируемый космический корабль «Восток-1», он реализовал первый в мире полёт человека в космос – гражданина СССР Юрия Алексеевича Гагарина – по околоземной орбите. Первый космический корабль сделал только один виток: никто не знал, как человек будет себя чувствовать при столь продолжительной невесомости во время необычного и неизученного космического путешествия.

Первый в мире выход в открытый космос состоялся 18 марта 1965 года во время полёта корабля «Восход-2». Космонавт Алексей Леонов в скафандре вышел через шлюзовую камеру и находился вне корабля около 20 минут, второй космонавт, Павел Беляев, оставался в корабле.

Команда С. П. Королёва начала разработку сверхтяжёлого межпланетного корабля для проекта по посылке марсохода на Марс с задачей посадки космо-

навтов на поверхность Марса. Вскоре планы изменились – нужно было осуществить пилотируемую экспедицию на поверхность Луны на основе применения сверхтяжелой ракеты. Однако эта программа так и не была реализована. После смерти Королёва и ряда неудачных попыток запуска советская программа пилотируемого полёта на Луну была постепенно свёрнута в пользу исследования Луны беспилотными космическими аппаратами.

Дважды Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской премии, Сергей Павлович Королёв является одним из основных создателей советской ракетно-космической техники, обеспечившей стратегический паритет и сделавшей СССР передовой ракетно-космической державой, и ключевой фигурой в освоении человеком космоса, основателем практической космонавтики.

### **Новый виток развития космонавтики (5 октября 2021 – 17 октября 2021)**

Освоение космического пространства продолжалось, опираясь на научные разработки и достижения великих ученых – Н. Е. Жуковского, К. Э. Циолковского, С. П. Королёва. Параллельно с подготовкой и осуществлением многократных пилотируемых полётов велись работы над спутниками научного, народнохозяйственного и оборонного назначения. И совсем неожиданно уже в наше время появилось совсем другое использование космических разработок – в киноиндустрии.

Совместным проектом «Первого канала» Российского телевидения и «Роскосмоса» были запланированы съемки фильма «Вызов» в многоцелевом лабораторном модуле «Наука». В конце мая 2021 года режиссёр Клим Шипенко вместе с актрисой Юлией Пересильд приступил к тренировкам для съёмок в реальном космосе. 5 октября 2021 года режиссёр и актриса стартовали на корабле «Союз МС-19» с космодрома Байконур к Международной космической станции. Командиром корабля стал опытный лётчик-космонавт Антон Шкаплеров, уже трижды работавший в космосе, а Клим Шипенко, выполнявший в полёте функции оператора, гримёра, художника-постановщика, и Юлия Пересильд получили статус участников космического полёта. В космосе они провели 12 суток, возврат с МКС на Землю был осуществлён 17 октября 2021 года на корабле «Союз МС-18».

Впервые в истории многоместных отечественных полётов была опробована работа в ситуации, когда командир, имея на борту двух «пассажиров», вынужден пилотировать космический корабль в одиночку, не получая помощи от бортинженера или космонавта-исследователя. Накопленный в ходе подготовки к полёту уникальный опыт экспресс-тренинга непрофессиональных космонавтов в будущем окажется востребованным в случае реальной необходимости экстренной отправки в космос учёных, медиков или других неожиданно потребовавшихся узких специалистов. По словам Генерального директора «Первого канала» Константина Эрнста, мотивацией создателей фильма в космосе было стремление подтвердить лидерство России в космической сфере и вернуть престиж профессии космонавта в глазах молодого поколения.

## К. Э. ЦИОЛКОВСКИЙ – ПРОВОЗВЕСТНИК КОСМИЧЕСКОЙ ЭРЫ

*Тараш В. Н.*

*Оргкомитет ИСОФ-2022*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Одно из магистральных направлений научно-технического прогресса – космонавтика. Она определяет многие основные черты нашей цивилизации.

Начало новой эры в истории человечества, эры космической, можно отсчитывать от даты 10 мая 1897 года, указанной К. Э. Циолковским на листке с формулой (знаменитая формула Циолковского), связывающей массу ракеты и топлива и скорость истечения газов из реактивного сопла и самой ракеты. Впервые идеи и принципы освоения космического пространства были сформированы в его работе «Исследование мировых пространств реактивными приборами», напечатанной в 1903 г. Это первая в мире научная работа по теории реактивного движения. Ещё в юности К. Э. Циолковского интересовали вопросы о космической миссии Земли и человечества. Он размышлял о «несметных богатствах», которые получило бы человечество, овладев космическими пространствами, о преобразовании Вселенной волей и энергией человека.

Константин Эдуардович Циолковский – гениальный учёный, провидец, философ, мыслитель, выдающийся теоретик в области воздухоплавания, авиации и космонавтики – родился 17 сентября 1857 г. в селе Ижевское Рязанской губернии в семье чиновника. Благодаря своему упорству, настойчивости, целеустремленности, почти полностью оглохший в результате перенесенной в девятилетнем возрасте болезни, не имеющий возможности обучаться в школе, реализуя яростное желание «искать великих дел, чтобы заслужить одобрение людей и не быть столь презренным...», Костя осваивает программу школьного курса, овладевает физико-математическими науками по циклу высшей школы в московских библиотеках. Сдав экстерном экзамен на звание учителя уездных училищ, получает назначение в небольшой городок Боровск Калужской губернии. Начинается его 42-летняя преподавательская деятельность.

Параллельно с работой учителя Циолковский все больше приобщается к науке и технике. Написанные в 1880-1881 гг. первые научные работы «Теория газов» и «Механика животного организма» получили благоприятные отзывы И. М. Сеченова и А. Г. Столетова. Циолковский был избран членом Русского физико-химического общества и приобрел право называться ученым. Одиночество, созданное глухотой, необходимостью зарабатывать кусок хлеба в далеком от центров науки захолустье, невольное удаление от научного общества были преодолены. Он окончательно выбирает для себя аэродинамику в качестве дела всей жизни. Работы над теорией аэростата привели к выводам о возможности управлять аэростатом, о целесообразности строить большие аэростаты (дирижабли). Появляется решение создания цельнометаллического аэростата («аэростата»), выгодного с точки зрения безопасности пассажиров, простоты эксплуатации, экономичности. Первая большая теоретико-инженерная работа по аэро-

статам «Теория аэростата», была представлена в 1887 г. на заседании Физического отделения Общества любителей естествознания. В 1890 г. этот труд обсуждался по рукописи в VII Воздухоплавательном отделе Императорского русского технического общества. Первым печатным трудом о дирижаблях был «Аэростат металлический управляемый», в котором было дано описание конструкции дирижабля с металлической оболочкой. Но ему не удалось довести дело до реализации проекта.

С 1892 г. Циолковский начинает работу в Калуге, где он преподавал физику и математику в Калужском уездном училище и Калужском епархиальном женском училище. Результаты предыдущих аэродинамических исследований он использует в реализации новой задумки – создания летательного аппарата тяжелее воздуха. Свои идеи, схемы и аэродинамические расчеты аэроплана Константин Эдуардович изложил в 1894 г. в статье «Аэроплан, или птицеподобная (авиационная) летательная машина» В 1895 г. была опубликована его книга «Грезы о земле и небе», а через год вышла статья о других мирах, разумных существах с других планет.

В 1920-х гг. Циолковский много работал над созданием теории полёта реактивных самолётов, изобретая свою схему газотурбинного двигателя. Конечным итогом научных поисков стала идея создания ракетного двигателя. Ученый впервые указал, что межпланетные сообщения могут быть осуществлены только при помощи ракетных устройств. Некоторые его выводы легли в основу современной теории ракетных двигателей.

В 1926-29 гг. учёный разработал теорию многоступенчатых ракет и первым решил задачу о движении ракеты в неоднородном поле тяготения, вычислил необходимые запасы топлива для преодоления сил сопротивления воздушной оболочки Земли. Его исследования впервые показали возможность достижения космических скоростей. Первым изучил вопрос о ракете как искусственном спутнике Земли и высказал идею создания околоземных станций как искусственных поселений, использующих энергию Солнца и промежуточных баз для межпланетных сообщений. Изучал медико-биологические проблемы, возникающие при длительных космических полётах, дал научное описание физических условий получения невесомости, предложил создать искусственную силу тяготения вращением космического корабля, предложил использовать скафандр в качестве средства защиты в случае разгерметизации кабины.

К. Э. Циолковский занимался энергетикой ракеты, выбором топлива, устройством двигателя, сформулировал требования к топливам. Большое внимание уделял конструкции ракет, предлагал установить на борту ракеты автоматическую аппаратуру и гироскопические приборы для управления ею. Им были исследованы характеристики многоступенчатых ракет. Работы Циолковского принесли ему мировую известность. Опережая своё время в идеях о космических кораблях, «городах в эфире», транспорте на воздушных подушках, Циолковский видел не только современные, но и будущие проблемы человечества и старался наметить пути их решения. «Цель существования – это познание, совершенствование...»

## НИКОЛАЙ ЕГОРОВИЧ ЖУКОВСКИЙ

*Прудникова О. А.*

*Руководитель – ассистент Котельва Р. В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Русский учёный-механик (17 января 1847 – 17 марта 1921), основоположник гидро- и аэродинамики. окончив гимназию (1864) с серебряной медалью, без экзаменов был зачислен на физико-математический факультет Московского университета. По окончании университета по специальности прикладная механика Жуковский занял место преподавателя физики во 2-й московской женской гимназии. Был избран (1894) членом-корреспондентом Императорской Академии наук по разряду математических наук. В 1895 году Н. Е. Жуковский ездил в Германию, где встречался с пионером авиации Отто Лилиенталем и приобрёл один из его планеров для исследований.

Руководил сооружением (1902) аэродинамической трубы всасывающего типа при механическом кабинете Московского университета. Возглавил (1904) первый в Европе аэродинамический институт, созданный в посёлке под Москвой. Избран президентом (1905) Московского математического общества. В высшем техническом училище создал (1908) Воздухоплавательный кружок, из которого впоследствии вышли многие известные деятели авиации и техники: А. А. Архангельский, Б. С. Стечкин, А. Н. Туполев, Б. Н. Юрьев. Жуковский возглавил создание в училище аэродинамической лаборатории (1909), возглавил расчётно-испытательное бюро при аэродинамической лаборатории, в котором разрабатывались методы аэродинамического расчёта и расчёта прочности самолётов. При его активном участии были созданы: «Краткие теоретические курсы авиации» (1913), преобразованные сначала в Московский авиационный техникум (1919), а затем в «Институт инженеров Красного воздушного флота» (1920), Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ).

Анализируя способность птиц держаться в воздухе с распростёртыми крыльями, он сумел доказать вероятность создания планера, который в состоянии сделать «мёртвую петлю». Двадцать с лишним лет спустя русский военный лётчик П. Н. Нестеров впервые в мире выполнил на своём самолёте этот приём, названный в честь него «петлёй Нестерова».

Заслуженный профессор Московского университета, заслуженный профессор Императорского Московского технического училища, Жуковский никогда не любил летать. Лишь однажды, будучи на Всемирной выставке в Париже, он поднялся на небольшую высоту на воздушном шаре, но там, наверху плохо себя почувствовал. Больше не летал никогда.

В ознаменование 50-летия научной деятельности Жуковского (1920) и его больших заслуг была учреждена премии им. Жуковского за лучшие труды по математике и механике. Работы Н. Е. Жуковского – *«отца русской авиации»* в области аэродинамики явились источником основных идей, на которых строится авиационная наука.

## ФРИДРИХ ЦАНДЕР

*Совпелъ С. В.*

*Руководитель – старший преподаватель Савченко Т. А.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Фридрих Артурович Цандер (23 августа 1887 – 28 марта 1933) – выдающийся советский ученый и изобретатель, один из пионеров ракетной техники. Цандер был одним из создателей первой советской ракеты на жидком топливе – «ГИРД-10».

Фридрих Цандер основал Первое Рижское студенческое общество воздухоплавания и техники полета. Он заводит специальную тетрадь «Космические (эфирные) корабли, которые обеспечат сообщение между звездами. Движение в мировом пространстве», в которую регулярно записывает расчеты и идеи по космической тематике.

В 1908 году Цандер опубликовал свою первую работу, посвященную межпланетным путешествиям, рассмотрев в ней вопросы жизнеобеспечения человека в космическом полёте. Цандером впервые была предложена идея космических оранжерей, то есть выращивания съедобных растений непосредственно на борту космического корабля.

В 1909 году Фридриха Цандера осеняет идея использования отработанных ступеней ракеты в качестве топлива. Крылатые аппараты и идея сжигания в ракетном двигателе металла будут заметны во всей его последующей работе.

В июне 1910 года учёный предлагает использовать для движения космических аппаратов магнитное поле Земли. Сейчас эта идея успешно реализована – магнитное поле используется для ориентации спутников, и проводятся эксперименты с ускорением/торможением с опорой на него. В 1912 году Цандер самостоятельно придумывает идею отбрасывания отработанных ступеней ракеты.

Диплом с отличием давал широкую свободу выбора специальности на заводе «Проводник», и Цандер захотел работать с резиной, потому что она должна играть большую роль при строительстве космических кораблей.

В 1919 году участвует в разработке двигателей М-11, М-15, М-26, придумывает и отправляет в Главное управление авиационных заводов и Управление ВВС проект инжекторного авиационного двигателя, работающего на жидком кислороде и нефти. В 1924 году принимает участие в создании Общества межпланетных сообщений, параллельно работе Цандер занимается популяризацией – посещает с лекциями Ленинград, Рязань, Тулу, Харьков, Саратов.

1930 год стал очень важным для Фридриха Цандера – инженера, ученого и конструктора. Он начал работу над первым советским ракетным двигателем ОР-1. Двигатель работал на бензине и газообразном воздухе.

В 1931 году была создана ракета ГИРД-10, с двигателем ОР-2. Уже после смерти Цандера осенью 1933 года полетела ракета ГИРД-10. В память о нем назван кратер на обратной стороне Луны, улица в Москве и Музей космонавтики в Кисловодске.

## **В. П. ГЛУШКО И ЕГО ВКЛАД В РАЗВИТИЕ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

*Пустовой Д. В.*

*Руководитель – доцент, к. ф.-м. н. Глухова Ж. Л.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Развитие ракетно-космической техники, космические исследования и освоение космического пространства являются одним из характерных проявлений современной научно-технической революции. А сама космонавтика сегодня выступает как своеобразный синтез того, что достигнуто сейчас мировой наукой и техникой. Все в большей степени нуждаются в сведениях из космоса физика, химия, астрономия и многие другие отрасли науки и производства, от которых зависит рост производительных сил общества, его прогресс. Первые планы о полете в космическое пространство и их постепенная реализация начались в XX веке. Общеизвестными основоположниками космонавтики являются К. Э. Циолковский и С. П. Королёв. Огромный вклад в сферу развития ракетно-космической техники внес В. П. Глушко.

Академик В. П. Глушко – выдающийся ученый и конструктор, один из пионеров создания ракетно-космической техники, основоположник разработки жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) в нашей стране. Он внес значительный вклад в создание мощных жидкостных двигателей, обеспечивших вывод в космос практически всех отечественных космических аппаратов, начиная с первого спутника, первого пилотируемого полета, вплоть до орбитальной станции «Мир» и космического самолета «Буран». Двигатели, созданные под его руководством, были установлены на многих типах боевых баллистических ракет, обеспечивших создание надежного стратегического щита нашей Родины.

Доминантой в творческом процессе создания ракетной техники В. П. Глушко считал выбор топлива, так как более 95% общего веса ракеты приходится на топливо и ракетные двигатели. При создании больших ракет, например, носителей, выводящих на околоземную орбиту многотонные грузы, использование ЖРД позволяет добиться весового преимущества по сравнению с твердотопливными двигателями (РДТД), во-первых, за счёт более высокого удельного импульса, а во-вторых, за счёт того, что жидкое топливо на ракете содержится в отдельных баках, из которых оно подаётся в камеру сгорания с помощью насосов. За счёт этого давление в баках существенно ниже, чем в камере сгорания, а сами баки выполняются тонкостенными и относительно лёгкими. В РДТД контейнер топлива является одновременно и камерой сгорания, и должен выдерживать высокое давление (десятки атмосфер), а это влечёт за собой увеличение его веса. Всего за свою творческую жизнь В. П. Глушко создал более 50 жидкостных ракетных двигателей (ЖРД) и их модификаций, использованных на 35 ракетах, в том числе на 17 боевых и 18 космических ракетах. Творческое наследие Валентина Петровича Глушко и его имя навсегда войдут в историю ракетостроения и космонавтики: легендарная ракета Р-7 С. П. Королёва с двигателями РД-107 В. П. Глушко продолжает летать и сейчас.



## ВАЛЕНТИН ПЕТРОВИЧ ГЛУШКО

*Довбня Д. Э.*

*Руководитель – старший преподаватель Таращ В. Н.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Валентин Петрович Глушко (20 августа 1908 – 10 января 1989) – известный инженер и ученый, исследователь в области ракетно-космической техники.

Его детство и юность прошли в Одессе. В. Глушко обучался в Реальном училище им. святого Павла с 1919 по 1924 гг. Во время обучения будущий учёный управлял кружком общества любителей мироведения при одесском отделении его Русского общества. Увлёкшись идеями межпланетных сообщений, с 1923 г. юный Валентин Глушко переписывался с Константином Циолковским, изучал его работы. Переписка велась до 1930 г. Ко времени окончания училища В. Глушко закончил писать свою первую книгу «Проблема эксплуатации планет», поднимавшей вопрос необходимости освоения космических просторов.

По путёвке Наркомпроса в 1925 г. Глушко направляется на учёбу в Ленинградский государственный университет, где обучается на физико-математическом факультете. В 1929 г. в дипломной работе им был предложен проект межпланетного корабля «Гелиоракетоплана» с использованием электрического ракетного двигателя. Замена в ракетном двигателе применения химической энергией электрической позволяла увеличить скорость реактивной струи во много раз. Потенциал задумки смогли оценить военные. В конце весны 1929 г. Глушко зачислили в штат газодинамической лаборатории как руководителя подразделения по разработке электрических и жидкостных ракет, а также ракетных двигателей. Подразделением впервые были спроектированы успешные прототипы электротермического ракетного двигателя, велись разработки жидкостного ракетного двигателя ОРМ-1, спроектированы модели ракет серии РЛА, разработаны мощные ЖРД, используемые на первых ступенях и в большинстве вторых ступеней советских ракет-носителей и многих боевых ракет.

В августе 1944 г. Глушко назначили главным конструктором бюро, разрабатывавшего двигатели для ракет, которые должны были нести, в том числе, и ядерные боеголовки. Разработанные В. П. Глушко двигатели двухступенчатой межконтинентальной ракеты Р-7 обеспечили вывод на орбиту первого искусственного спутника Земли 4 октября 1957 г., старт 12 апреля 1961 г. первого космонавта Ю. А. Гагарина и всех последующих советских, российских и зарубежных космонавтов с космодрома Байконур.

В 1958 г. В. П. Глушко он был избран действительным членом Академии наук СССР. Был главным редактором энциклопедии "Космонавтика".

В 1974 г. В. П. Глушко назначен директором и генеральным конструктором НПО «Энергия». Под его руководством была создана многоразовая космическая система «Энергия – Буран». Он возглавлял работы по совершенствованию пилотируемых космических кораблей «Союз», грузового корабля «Прогресс», орбитальных станций «Салют», созданию орбитальной станции «Мир».

## ПЕРВЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ СПУТНИК ЗЕМЛИ

*Устурой С. И.*

*Руководитель – старший преподаватель Савченко Т. А.*  
ГОУ ВПО "Донецкий национальный технический университет", г. Донецк

***4 октября 1957 года началась космическая эра человечества.***

Эту дату считают началом исследования космического пространства. Основоположником открытия космической эры является бывший Советский Союз, который запустил первый искусственный спутник Земли «Спутник-1», стартовавший с космодрома «Байконур».

На орбите спутник находился 92 дня (до 4 января 1958 года), совершил 1440 оборотов вокруг Земли (пролетев около 60 млн. км).

Запуск искусственного спутника имел огромное значение для познания свойств космического пространства и постижения Земли как планеты Солнечной системы.

Первый советский спутник позволил впервые за историю человечества измерить плотность верхней атмосферы, получить данные о распространении радиосигналов в ионосфере, отработать вопросы выведения на орбиту.

Над созданием искусственного спутника Земли, во главе с основоположником практической космонавтики С. П. Королёвым, работали М. В. Келдыш, М. К. Тихонравов и другие ученые. Только благодаря длительной работе многих специалистов и конструкторов данный спутник смог выйти на орбиту.

Основоположником теории реактивного движения является К. Э. Циолковский. Именно он предугадал появление ракет на жидком топливе, искусственных спутников Земли и орбитальных станций.

Над проектированием первого искусственного спутника работали М. К. Тихонравов и его группа. Важную роль в создании спутника, и в его запуске, сыграл Сергей Павлович Королёв. Сам спутник представлял собой алюминиевую сферу диаметром 58 см и массой 83,6 кг с четырьмя штыревыми антеннами длиной 2,4-2,9 м. В геометрическом корпусе спутника размещались аппаратура и источники электропитания. Спутник был снабжен научными приборами для исследования солнечных и космических лучей.

13 мая 1946 года И. В. Сталин подписал Постановление о создании в СССР ракетной отрасли науки и промышленности. С. П. Королёв был назначен Главным конструктором баллистических ракет дальнего действия. В 1947 году лётные испытания ракет «Фау-2», собранных в Германии, положили начало советским работам по освоению ракетной техники.

Благодаря ответственному и профессиональному подходу к разработке космической техники, СССР – первое государство, которое смогло прекрасно спроектировать первый искусственный спутник и успешно запустить его!

## ХРОНОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОСМОНАВТИКИ

*Елина Н. О.*

*Руководитель – старший преподаватель Савченко Т. А.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Развитие отечественной космонавтики берет свое начало в 1946-м году, когда было основано ОКБ №1, цель которого – разработка баллистических ракет, ракет-носителей, а также спутников. В 1956-1957 гг. трудами бюро была спроектирована ракета-носитель межконтинентальная баллистическая ракета Р-7, при помощи которой 4 октября 1957 г. на орбиту Земли был выведен первый искусственный спутник «Спутник-1». 3 ноября 1957 г. состоялся запуск ракеты «Спутник-2» с живым существом на борту – собакой по имени Лайка. 12 сентября 1959 г. впервые космический аппарат «Луна-2» достиг поверхности Луны, а аппарат «Луна-3» получил снимки обратной стороны Луны. 12 апреля 1961 г. состоялся запуск первого пилотируемого космического корабля «Восток-1» под руководством С.П. Королева, пилот – Ю. А. Гагарин. В 1966 г. была создана орбитальная станция «Мир», которая функционировала до 2001 г. 18 марта 1965 г. человек впервые вышел в открытый космос. С 1965 до 1968 гг. велась разработка космического корабля «Союз». В 1968-м году корабли типа «Союз» были запущены в космос, где два корабля совершили первую стыковку, в 1969 г. – групповая стыковка трех кораблей. 19-го апреля 1971 г. состоялся первый в мире запуск орбитальной станции под названием «Салют-1», которая проработала 175 суток, а 22 суток – с экипажем на борту.

В 1977 году произошёл запуск транспортного космического корабля «ТКС-1». К 1991 г. были завершены программы «Венера», «Вега», «Марс». В 1992 г. началась совместная космическая программа США и России «Мир – Шаттл». 20 января 1978 г. на орбиту Земли вышел первый беспилотный грузовой корабль «Прогресс». С 2011 г. в Амурской области начал создаваться космодром «Восточный». В 2014 г. состоялся запуск новейшей ракеты-носителя «Ангара». 28 апреля 2016 г. с космодрома «Восточный» произошёл первый запуск ракеты, которая вывела три спутника на орбиту Земли.

В 1986 г. был дан старт модификации «Союз-ТМ». В 2002 г. в эксплуатацию включена новая модификация «Союз-ТМА». В 2010 г. появилась новая модификация «Союз ТМА-М». В 2015 г. прошли испытания новой версии КК «Союз МС», а также эксперимент «Луна-2015» – имитация полёта на Луну.

Сегодня ведется разработка нового поколения космических кораблей на замену советских «Союзов», которое символизирует новую эпоху освоения космоса Россией – «Федерация». Интересно, что название было выбрано по результатам голосования россиян. Задачи, которые поставлены перед «Федерацией» – это транспортировка космонавтов и грузов на орбитальные станции Земли, а также полет и посадка на Луну. Согласно заявлениям ЕКА, НАСА и Роскосмоса, их приоритетной целью является пилотируемый полет на Марс – событие, которое все человечество ожидает наблюдать уже в наш век.

## ВЕСОМЫЙ ВКЛАД КОСМОНАВТОВ ДОНБАССА

*Дегтярёва К. Г.*

*Руководитель – доцент, к.т.н. Чаленко А. В.*

ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. В.Даля», г.Луганск

Грандиозный вклад в исследование комического пространства внесли советские учёные и космонавты. Особую гордость вызывает тот факт, что в развитие космонавтики и ракетостроения внесли свой вклад наши земляки, уроженцы славного Донбасса, летчики-космонавты:

1. Береговой Георгий Тимофеевич (позывной – Аргон), космонавт СССР №12, космонавт мира №32, дважды Герой Советского Союза, Герой Великой Отечественной войны. Окончил Ворошиловградскую школу военных лётчиков имени Пролетариата Донбасса (Луганск). Первый космический полёт совершил на корабле «Союз-3» в возрасте 47 лет. Целью летчика-космонавта было испытание корабля новой модели, определение его недостатков, а также проведение состыковки с беспилотным аппаратом «Союз-2».

2. Александр Александрович Волков (позывной – Чегет-3 и позывной – Донбасс-1), космонавт СССР №60, космонавт мира №183, герой Советского Союза. Место рождения – г. Горловка (Донецкая обл.). Первый полет длился два месяца. Цель миссии – проведение 5-й экспедиции на ОКС «Салют-7». Второй полет космонавта длился почти полгода на новом орбитальном комплексе «Мир», где космонавт проводил научные исследования.

3. Леонид Денисович Кизим (позывной – Маяк), космонавт СССР №48, космонавт мира №98, дважды герой Советского Союза, полковник. Место рождения – г. Красный Лиман (Донецкая обл.). Совершил три полёта (374 суток) и все – командиром корабля. В открытый космос выходил 8 раз (31,5 ч). Цель первой миссии – выполнение комплекса ремонтных работ на борту станции «Салют-6», второй – 6 выходов в открытый космос (23 ч), а третьей – впервые перелет с одной орбитальной станции «Мир» на другую «Салют-7» и обратно.

4. Георгий Степанович Шонин (позывной – Антей), космонавт СССР №17, космонавт мира №39, командир космического корабля «Союз-6», лётчик морской авиации, Герой Советского Союза, кандидат технических наук. Место рождения – г. Ровеньки (Луганская обл.). Во время полёта впервые в мире осуществил эксперименты по проведению сварочных работ в космосе и провел эксперимент «Факел» по обнаружению запусков баллистических ракет.

5. Владимир Афанасьевич Ляхов (позывной – Протон), космонавт СССР №45, дважды Герой Советского Союза, командир космических кораблей «Союз-32», «Союз Т-9», «Союз ТМ-6» («Союз ТМ-5») и орбитальных станций «Салют-6», «Салют-7», «Мир». Место рождения – г. Антрацит (Луганская обл.). Впервые пробыл в космосе 175 дней – это был самый продолжительный на тот момент космический полёт. Всего был в космосе трижды и налетал 333 дня 7 ч.

Поколение 21-ого века обязано знать о космосе и успехах в его изучении, гордиться нашими земляками, сопричастными к освоению космоса.

## НАЧАЛО КОСМИЧЕСКОЙ ЭРЫ

*Шадрин М. Г.*

*Руководитель – доцент, к. п. н. Логинова Е. Н.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

XX век стал началом космической эры в истории человечества. Начало рождения и развития идеи полёта в космос положила именно фантазия. Изначально, в мечтах человека полёт в космические просторы осуществлялся с помощью сказочных средств, сил природы. Ближе к началу столетия фантасты описывали технические средства – сверхмощные пушки, воздушные шары и, наконец, ракетные двигатели.

Благодаря фантазии теоретической разработкой космических полётов занимались учёные во многих странах мира. Но, именно российские исследователи были первооткрывателями в этой сфере. Так, Константин Эдуардович Циолковский говорил: "Сначала неизбежно идут: мысль, фантазия, сказка, а за ними шествует точный расчет". В своих работах ученый вычислил работу по преодолению силы земного тяготения, определил скорость, необходимую для выхода аппарата в Солнечную систему и время полета. Заложил основы жидкостного ракетного двигателя, разработал теорию многоступенчатых ракет. Юрий Кондратюк в своей книге «Тем, кто будет читать, чтобы строить», изданной в 1919 году, независимо от Циолковского вывел основное уравнение движения ракеты, привел схему и описание четырехступенчатой ракеты на кислородно-водородном топливе. Фридрих Цандер анализировал вопросы жизнеобеспечения человека в космическом полете. Им была предложена идея космических оранжерей, то есть выращивания съедобных растений непосредственно на борту космического корабля.

4 октября 1957 был запущен на орбиту первый в мире искусственный спутник Земли. Однако, запуск космического корабля – это довольно высокие нагрузки для живого организма. Так, 3 ноября в 1957 году было принято решение запустить в космос первоиспытателя – бродячую собаку по кличке Лайка. Спустя 4 года был совершён первый полёт человека в космос на корабле "Восток-1". 12 апреля 1961 г. был совершён первый полёт человека в космос. На орбите Юрий Гагарин смог провести самые простые эксперименты: пил, ел, делал Записи.

Большие достижения космонавтики в области космической связи, телевидения, ретрансляции и навигации. Также важнейшими являются исследования в области космической медицины и систем жизнеобеспечения. Необходимо глубоко изучить человека и средства жизнеобеспечения тем, чтобы определить, что можно поручить человеку в космосе, особенно при продолжительном космическом полете. В настоящее время российская космонавтика переживает не лучшие дни. Резко снижено финансирование космических программ. Но российская космическая наука не стоит на месте. Даже в этих сложных условиях российские ученые проектируют космические системы XXI века.

## ЭКСПЕРИМЕНТЫ В КОСМОСЕ

*Доренская Д. Е.*

*Руководитель – ассистент Котельва Р. В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Эксперименты с огнём в закрытом помещении, которое вращается вокруг Земли со скоростью восемь километров в секунду, кажутся не самой удачной идеей. Но чтобы знать, как предотвращать пожары в космосе, нужно понять, как здесь ведёт себя пламя. На поверхности планеты оно получает большую часть кислорода благодаря конвекции. Теплый и легкий воздух находится в центре очага горения и стремится взмыть вверх, а холодная газовая смесь замещает его со всех сторон. Однако в невесомости горячий воздух не легче прохладного. Он никуда не поднимается. Кислород поступает в пламя в процессе диффузии – медленно пробираясь от внешней стороны огненного шара к центру. Пожары в космосе имеют сферическую форму.

Известно об этом в течение многих десятилетий. Однако научиться применять это знание на практике позволила лишь лаборатория Международной космической станции (МКС). С 2011 года космонавты помещают те или иные материалы в огнеупорный ящик особой конструкции, поджигают их, а затем тушат. Занятие кажется несколько примитивным, но оно дало учёным значительный объем полезной информации. В частности, было установлено, что в отсутствие конвекции тепло теряется не так быстро, как на поверхности планеты. Это значит, что в невесомости некоторые материалы воспламеняются легче, например, хлопчатобумажные ткани. Понятно, что полученные знания позволят правильнее подходить к выбору того, что отправляется на орбиту. Это сделает пребывание экипажей на станции более безопасным.

Другое дело, применяющиеся в бытовой электронике кристаллы – твердые материалы, в которых атомы и молекулы расположены чётко и закономерно. Выращивание кристаллов является очень тонким процессом. Они образуются, как правило, либо в результате замерзания жидкости, либо при оседании взвешенных в ней частиц на той или иной поверхности. Здесь всё может пойти наперекосяк даже в случае незначительного повышения температуры жидкости. Если какая-то её часть становится холоднее, она опускается, в результате чего в рождающемся кристалле появляются неровности. Это означает, что компьютерные чипы, использующиеся сегодня, часто имеют невидимые дефекты, замедляющие работу. На помощь производителям и потребителям может прийти космос. Исследователи изучают кристаллы на МКС, начиная с 2002 года. В ходе экспериментов обитатели станции следят за тем, как формируются и изменяются эти материалы в невесомости при различных условиях. Уже понятно, что в этой среде кристаллы получаются более качественными. Полученная информация, приведёт к организации производства кристаллов гораздо лучшего качества на Земле. Есть вероятность, что они будут выращиваться на околоземной орбите. В каком именно космическом аппарате – это уже другой вопрос.

# ТЕРАФОРМИРОВАНИЕ МАРСА

*Бандурка Е. Н.*

*Руководитель – доцент, к. т. н. Покинтелица Е. А.*

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства  
и архитектуры», г. Макеевка

**Предпосылки.** Численность населения нашей планеты все растет. По последним расчетам уже к 2100 г. население Земли будет составлять 16 млрд. По данным НАСА к 2600 г. запасы полезных ископаемых на Земле будут полностью исчерпаны. Также на данный момент во многих странах категорически не хватает территории. Решением данной проблемы является колонизация космоса. И первым объектом был выбран Марс.

**Программа терраформирования Марса.** Терраформирование – это искусственное изменение климатических условий планеты, спутника или же иного космического тела для приведения атмосферы, температуры и экологических условий в состояние, пригодное для обитания земных животных и растений.

**1 этап – голубая планета.** Начальный этап терраформирования заключается в нагреве планеты. Средняя температура на Марсе – 62 °С. Температуру нужно будет поднять до средней температуры на Земле, т.е. до +10 °С. На орбите планеты будет собран огромный сборщик солнечного света – орбитальное зеркало длиной в 250 км. Зеркало будет собирать солнечный свет и направлять на Марс для нагрева планеты словно большая лупа.

**2 этап – создание атмосферы.** Данный этап начинается с бомбардировки Марса астероидами с огромным количеством аммиака. По подсчетам их нужно около 40 шт. длиной в 2,5 км. Для этого создали специальные дроны, которые будут толкать астероиды к планете. На этот момент бомбардировки и стабилизации уйдет 50 лет. Спустя это время на Земле будут собрано достаточное количество парниковых фабрик. Эти фабрики будут отправлены на Марс по той же системе что и марсоходы.

**3 этап- высадка растений и животных.** К 2150 г. на Марс будет отправлена экспедиция людей с задачей озеленить Марс. Будут высажены мхи и лишайники. После их приспособления к новой почве будут высажены различные гибриды деревьев и пищевых культур.

Из насекомых планируют заселить: муравья пулю, пустынную саранчу, жука плавунца, водомерку, комара звонца, изумрудную тараканью осу, тараканов, азиатского шершня, паучьего шелкопряда и др.

Из морских обитателей: тасманского краба, электрического угря, рака, дельфинов, китовую акулу и т.д.

Из воздушных обитателей: колибри, иглохвостого стрижа, южноамериканскую гарпию и т.д.

**4 этап – Новый дом.** Температура и атмосфера воссозданы. Растительность и животные тоже заселены. Все что нам остается, это оставить оставшиеся процессы самой планете. По расчетам ученых уже в 2500 г. люди смогут спокойно переселяться на Марс.

## СВЯЗЬ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ С ПОТОКОМ МЮОНОВ КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

*Голофеевская О. Н.*

*Руководитель – доцент, к.т.н. Воробьев С. Г.*

ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. В.Далая», г.Луганск

Космические лучи были открыты австрийским ученым В. Ф. Гессом в 1912 г. При подъеме на воздушном шаре он обнаружил, что по мере увеличения высоты над Землей растет ионизация атомов воздуха. Такой рост ионизации с высотой мог быть вызван только частицами внеземного происхождения.

Мюоны образуются в основном вследствие распада пионов и каонов, рождающихся при столкновении частиц первичного космического излучения с ядрами атомов атмосферы. Их торможение обусловлено только электромагнитными потерями, в основном ионизационными.

Поток мюонов на поверхности Земли формируется в результате взаимодействия первичных космических лучей с верхними слоями атмосферы и несет информацию, с одной стороны, о активных процессах в межпланетном магнитном поле, которые модулируют поток галактических и солнечных космических лучей, достигающих Земли, а с другой - о различных атмосферных процессах.

Цель работы – провести исследование вариации потока мюонов во время разных погодных условий. Регистрация потока мюонов космического излучения (жесткой компоненты) проводилась телескопической установкой, состоящей из двух сцинтилляционных детекторов. Каждый детектор состоит из пластмассового сцинтиллятора (ПС) толщиной 2 см и площадью 600 кв.см, который просматривает фотоэлектронный умножитель (ФЭУ) повышенной механической прочности типа ФЭУ-92. Питания на ФЭУ подается от высоковольтного стабилизированного выпрямителя. Сцинтилляторы (ПС 1 и ПС 2) расположены друг над другом по вертикали на расстоянии 70 см. Это соответствует телесному углу регистрации мюонов 0,5 стер. Сигналы с детекторов после усиления и амплитудной дискриминации поступали на двухканальную схему совпадений с разрешающим временем 0,2 мкс.

Примерная идентичность энергетической чувствительности каналов регистрации достигалась подбором высокого напряжения на их ФЭУ так, чтобы от каждого детектора фотопики гамма-излучения изотопа кобальт-60 регистрировались в одних и тех же каналах амплитудного анализатора импульсов. Выходные импульсы поступают на ПК, где фиксируется их количество за интервалы времени 1, 5 и 15 мин. Программа обработки результатов позволяет представлять данные в виде таблиц и графиков.

Измерения вертикального потока мюонов проводились эпизодически в течение 2020-2021 гг. Полученные результаты указывают что поток мюонов чувствителен на смену атмосферного давления и грозových локальных атмосферных возмущений.



## ЯДЕРНЫЕ РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

*Витвицкий Д. В.*

*Руководитель – старший преподаватель Савченко Т. А.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Ракетный двигатель является единственным способом вывода полезной нагрузки на орбиту Земли. За счёт преобразования энергии в кинетическую энергию реактивной струи тела в ракетном двигателе возникает сила тяги.

Классификацию ракетных двигателей можно провести по виду энергии. Различают такие виды: химические, ядерные и электрические ракетные двигатели. Показателем эффективности ракетного двигателя является удельный импульс («удельная тяга»). Химические двигатели – традиционный и надежный способ доставить груз на орбиту или на другое небесное тело, химические двигатели обеспечивают большую тягу, но обладают огромным расходом топлива.

Электрический двигатель (ионный двигатель) – также классический и традиционный метод передвижения между небесными телами, для его продолжительной работы необходим ксенон и электричество.

Исследовательские центры начинают разрабатывать альтернативные виды реактивных двигателей. Одним из таких видов являются ядерные ракетные двигатели (ЯРД). Их можно разделить на несколько подтипов.

Твердофазный ядерный ракетный двигатель (ТФЯРД) – это двигатель, где топливо для реактора используют в твердом виде, в специальных сборках – стержнях сложной конструкции. Принцип работы заключается в нагреве рабочего тела в целях создания тяги.

Жидкофазный и коллоидный ядерный ракетный двигатель – это тип ядерных двигателей, где ядерным топливом для реакторов служит водный раствор тетрабромид урана, который выбрасывается вместе с отработанным рабочим телом, создавая тем самым дополнительную реактивную тягу.

Газофазный ядерный ракетный двигатель (ГЯРД) – это концептуальный тип реактивного двигателя, топливо в котором находится в газообразной форме или в виде плазмы. Ядерный импульсный двигатель – двигатель, где тяга осуществляется за счет взрывной волны малых ядерных зарядов. Твердофазный ядерный ракетный двигатель (ТФЯРД) – данный вид ракетного двигателя использует принцип деления ядра для нагрева топлива. Для топлива используется обычно водород. Для ядерного реактора используют реакцию дейтерий + тритий (топливо D-T). Строение такого реактивного двигателя напоминает строение ядерного реактора на обычной атомной электростанции.

С 2010 года в России начались работы над проектом ядерной электродвигательной установки мегаваттного класса для космических транспортных систем. Ведётся отработка макета, к 2025 году планируется создать опытные образцы данной ядерной энергоустановки.

Разработка подобных ракетных двигателей – важный шаг в освоении космоса, ракетостроения и вносит неоценимый вклад в науку.

## АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКЗОПЛАНЕТ

*Уздемир М. А.*

*Руководитель – учитель-методист Колочко И. В.*

*МБОУ «Технический лицей г. Донецка»*

Экзопланета – это планета, которая обращается не вокруг нашего Солнца, а вокруг другой звезды. С середины 1990-х годов в нашей галактике было обнаружено более 500 экзопланет.

Первое заявление о возможности существования планетной системы у другой звезды, датированное 1855 годом, было подтверждено в 1890 году. Многие группы астрономов начали систематическое измерение скоростей ближайших к Солнцу звезд, ведя специальный поиск экзопланет с помощью высокоточных спектрометров. Впервые внесолнечная планета была найдена канадцами Б. Кэмбеллом, Г. Уолкером и С. Янгом в 1988 году у оранжевого субгиганта Гамма Цефея (подтверждено в 2002 г.). В 1999 году был подтвержден планетный статус коричневого карлика, который был найден Д. Латамом (1989).

Экзопланеты были обнаружены у 10% звезд. Наиболее близкой по условиям к Земле экзопланетой, известной на 2009 год, является Глизе 581с, температура на которой, по предварительным оценкам, находится в диапазоне 0-40°C. На этой планете, возможно, существуют запасы жидкой воды (что подразумевает возможность существования жизни). Поскольку планеты гораздо легче звезд и излучают меньше света, открыть их достаточно сложно. Яркость родительской звезды на много повышает звездную величину планеты, светящуюся отраженным светом от звезды и тем самым усложняет её нахождение. Способы обнаружения экзопланет различны.

Транзитный способ – метод поиска, основанный на обнаружении падения светимости звезды во время прохождения планеты перед её диском. Метод позволяет определить радиус планеты. Но транзит наблюдается только у тех планет, орбиталь которых проходит по диску звезды. И второй недостаток – повышенный уровень ложных срабатываний, поэтому обнаруженные транзиты требуют дополнительных подтверждений. Ныне транзитный метод является единственным методом обнаружения экзопланет с высокой достоверностью.

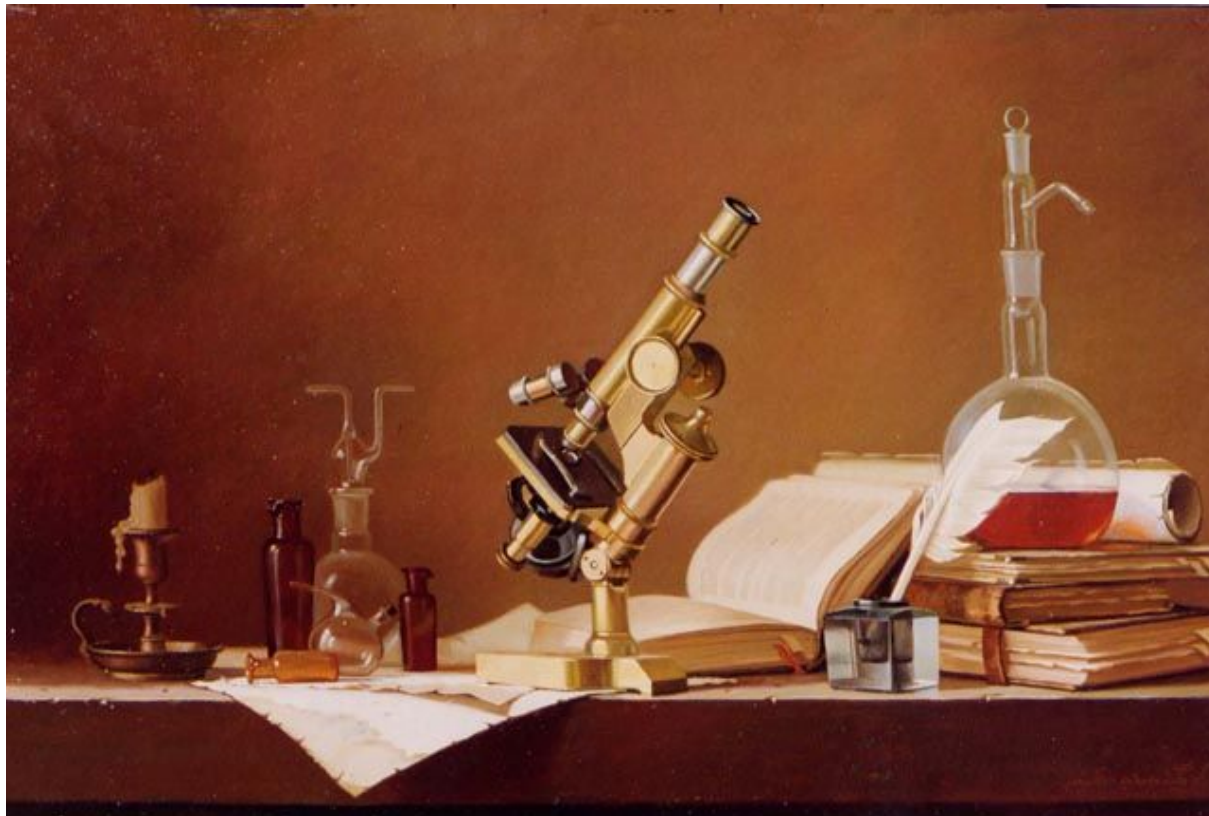
Метод Доплера заключается в спектрометрическом измерении радиальной скорости звезды. Звезда, обладающая планетной системой, будет двигаться по своей собственной небольшой орбите в ответ на притяжение планеты. Это в свою очередь приведёт к изменению радиальной скорости, с которой звезда движется по направлению к Земле и от неё. Радиальная скорость звезды может быть вычислена из смещения в спектральных линиях, вызванных эффектом Доплера, что позволяет легко находить массивные планеты вблизи относительно близких звёзд (до 160 световых лет и 11 звездной величины).

Метод периодических пульсаций позволяет обнаружить экзопланеты около пульсаров. Метод основан на выявлении изменений в регулярности импульсов. Особенностью радиопульсаров является очень точное и регулярное излучение импульсов, зависящих от скорости вращения звезды.

## *Секция 2*



## **НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ПРОШЛЫХ СТОЛЕТИЙ**



## НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ, ИЗМЕНИВШИЕ МИР

*Черная Е. А.*

*Руководитель – старший преподаватель Малащенко Т. И.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

История человечества – это история научных открытий, многие из которых оказали и продолжают оказывать огромное влияние на повседневную жизнь. Назовём лишь некоторые научные достижения, изменившие мир.

В 1698 году Томас Севери патентует первый паровой двигатель, изобретение которого положило начало промышленной революции. Первые автомобили, корабли, станки на заводах и фабриках, сельскохозяйственная техника работали на энергии пара.

В 1876 году изобретатель Александр Белл получает патент на изобретение телефонного аппарата. Впоследствии этот патент назовут самым дорогим патентом в истории.

В 1879 году Томас Эдисон, испытывает электрическую лампу накаливания. Устройство заменило керосиновые лампы и газовые горелки в домах и на производствах. Это позволило изменить процесс работы на предприятиях и даже режим дня.

В 1886 году появляется первый в мире автомобиль с двигателем внутреннего сгорания. Он представлял собой трехколесный двухместный экипаж на высоких колесах со спицами. Благодаря автомобилям люди стали гораздо мобильнее.

В 1888 году Никола Тесла получает патент на асинхронный электродвигатель и системы передачи электроэнергии посредством многофазного переменного тока. Это изобретение положило начало массовому производству моторов, благодаря которому в США удалось запустить целый ряд промышленных электроустановок.

В 1895 году Вильгельм Рёнтген открывает X-лучи, которые способны проникать сквозь различные материалы, и с их помощью делает первый в мире рентгеновский снимок человеческой руки. Это позволило сделать гигантский шаг в медицинской диагностике.

В 1903 году самолёт «Флайер-1», построенный братьями Райт, впервые совершил устойчивый управляемый горизонтальный полёт. Теперь авиация прочно вошла в нашу жизнь, а самолёты стали обычным видом транспорта.

Изобретение пенициллина произвело революцию в медицине. Антибиотик позволил успешно бороться со многими ранее неизлечимыми болезнями, в том числе пневмонией и туберкулёзом.

А без электромагнитных волн, предсказанных Джеймсом Максвеллом и обнаруженных в 1888 году Генрихом Герцем, вообще невозможно представить себе нашу современность.

Великие открытия, совершённые гениями человечества в прошлых столетиях, продолжают оказывать колоссальное влияние на нашу повседневную жизнь.

## ИЗВЕСТНЫЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ XIX И XX ВЕКОВ

*Блошенко Н. В.*

*Руководитель – ассистент Щеголева Т. А.*

ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, г. Донецк

Практически каждый, кто интересуется историей развития науки, техники и технологий – хоть раз в своей жизни задумывался над тем, каким путем могло бы пойти развитие человечества без знания математики или, например, не будь у нас такого необходимого предмета как колесо, ставшего чуть ли не основой развития человечества. Однако зачастую рассматриваются и удостаиваются внимания лишь ключевые открытия, в то время как открытия менее известные и распространенные порой попросту не упоминаются, что, впрочем, не делает их незначительными, ведь каждое новое знание дает человечеству возможность забраться на ступеньку выше в своем развитии.

Благодаря человеческим открытиям последних столетий, у нас есть возможность мгновенного доступа к любой информации со всего мира. Достижения в медицине помогли человечеству побороть опасные заболевания. Технические, научные, изобретения в корабле- и машиностроении дают нам возможность достичь любой точки земного шара за несколько часов и даже полететь в космос.

Изобретения 19 и 20 веков изменили человечество, перевернули его мир. Конечно, развитие происходило беспрестанно, и каждый век дал нам какие-то величайшие открытия, но глобальные революционные изобретения пришлось именно на этот период.

Промышленная революция в 19 веке дополнительно стимулировала развитие физики. При этом, прежде всего, следует отметить влияние практического использования паровой машины и потребности ее совершенствования на развитие термодинамики. А успехи учения о теплоте, в свою очередь, способствовали развитию теплотехники во второй половине 19 века, поскольку конструкторы новых тепловых машин – двигателей внутреннего сгорания, опирались на теоретические положения термодинамики.

Также необходимо сказать о бурном развитии электротехники в 19 веке, где широко и активно использовались открытия Вольта, Ампера, Фарадея и других физиков в области электромагнетизма. При этом следует подчеркнуть, что пути и сроки реализации технических применений различных физических открытий могут быть разными, поскольку развитие техники происходит по своим внутренним законам. Например, применение электричества для передачи сигналов на расстояния предлагали Вольта, Ампер и другие исследователи.

Физика с каждым днём всё больше входит в нашу жизнь, поэтому знание и понимание основных физических законов просто необходимо современному человеку. Один из старинных девизов гласит: «знание есть сила». Наука делает человека могущественным перед силами природы. Великие научные открытия всегда оказывали колоссальное воздействие на судьбы человеческой истории.

## НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ ИСААКА НЬЮТОНА

*Кулач Д. В.*

*Руководитель – учитель-методист Колочко И. В.*

*МБОУ «Технический лицей г. Донецка»*

Исаак Ньютон – английский физик, математик, механик и астроном, один из величайших ученых всех времен, основоположник современной классической физики, математического анализа и научной картины мира в целом. Наиболее значительные открытия Ньютон сделал в физике. Фактически он создал такой раздел физики, как механика. В 1665 г. им были сформулированы три аксиомы движения, названные законами Ньютона. Ученый доказал, что силы гравитационного взаимодействия распространяются не только на земные, но и на небесные тела, заложил основу небесной механики – науки о движении планет. Ньютон устранил всякие сомнения в гелиоцентричности Солнечной системы. Законы гравитации позволяют рассчитывать траектории комет, приливы, равноденствия и прочие явления. Фундаментальные законы механики были описаны в монументальном труде «Материалистические начала натуральной философии», посвященном использованию математических методов в физике.

Ньютон много трудился в области науки оптики и в теории цвета. Он открыл спектральное разложение белого свет на составляющие цвета. Ньютон пропускал луч света через стеклянную трёхгранную призму и пучок света, преломляясь в призме, давал на экране, стоявшем за призмой, разноцветную полосу, которую Ньютон назвал "спектром" от греческого "spectrum" – смотрю. Разработал теорию цвета. Создал первый практический зеркальный телескоп-рефлектор, который повысил качество наблюдений за небом. Важным этапом деятельности Ньютона стали его математические открытия, которые позволили улучшить систему расчета в рамках других дисциплин. Важным открытием стала основная теорема анализа, открытие возможности биномиального разложения чисел, метод по извлечению корней из уравнений, который значительно упростил подобные вычисления. Ньютон разработал дифференциальное и интегральное исчисление.

Научные труды Ньютона намного опередили общий научный уровень его времени, и поэтому многие из них были малопонятны современникам. Многие его гипотезы и предсказания оказались пророческими, например, отклонение света в поле тяготения, явление поляризации света, взаимопревращение света и вещества, гипотеза о сплюснутости Земли у полюсов и др.

Научная жажда познания вела Ньютона и к заблуждениям, не все работы учёного были доведены до конца. Свои алхимические опыты в поисках философского камня, Ньютон воспринимал как пропуск в мир тайного знания.

Поиски знания для него были всем. О пути своего познания он говорил: «Я смотрю на себя, как на ребёнка, который, играя на морском берегу, нашел несколько камешков поглаже и раковин попестрее, чем удавалось другим, в то время как неизмеримый океан истины расстилался перед моим взором неисследованным».

## **Х-ЛУЧИ ВЕЛЬГЕЛЬМА РЕНТГЕНА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ**

*Маланчук А. В.*

*Руководитель – доцент, к. п. н., Логинова Е. Н.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Вильгельм Конрад Рентген, немецкий физик, родился 27 марта 1845 г. в Леннепе близ Дюссельдорфа. Получив среднее и высшее образование, начал свою преподавательскую и научную деятельность. В 1895 г. Рентген открыл излучение с меньшей, чем у ультрафиолетовых лучей, длиной волны (X-лучи), названное впоследствии рентгеновским, и исследовал его свойства. В 1901 г. за открытие X-лучей Рентгену была присуждена первая Нобелевская премия по физике. Во время проведения своих опытов по исследованию X-лучей Рентген вывел 7 основных свойств: все вещества более или менее проницаемы для X-лучей; многие вещества, находясь вблизи экрана из платиноцианида бария под воздействием X-лучей излучают свет; фотографические эмульсии чувствительны к X-лучам; X-лучи распространяются по прямой, давая достаточно резкую тень объекта на экране, и, в отличие от катодных, не отклоняются магнитным полем; под действием X-лучей наэлектризованные тела теряют свой заряд; X-лучи появляются каждый раз, когда катодные лучи газоразрядной трубки попадают на твердый объект; X-лучи не отражаются и не преломляются, их нельзя сфокусировать с помощью линз.

После открытия рентгеновского излучения были найдены способы его применения. Наиболее известны медицинские способы использования x-лучей. К ним можно отнести рентгенографию, флюорографию и рентгенотерапию. Первые два применения используются для диагностики определенного ряда болезней человека. Рентгенотерапия, напротив, использует рентгеновское излучение для лечения некоторых патологий суставов. Кроме медицинского существует иное применение данного вида лучей. Из-за определенных свойств рентгеновского излучения его применяют для рентгеноструктурного анализа кристаллов и рентгеноспектрального анализа веществ. Так как рентгеновские лучи имеют гораздо меньшую длину волны, чем световые волны то их применяют для исследования микрообъектов с помощью рентгеновского микроскопа. Также для изучения далеких космических объектов созданы рентгеновские телескопы. Все это стало возможно благодаря созданию линз способных преломлять волны такой малой длины.

Если говорить о применении рентгеновского излучения, то нельзя не упомянуть и о его воздействии на человека. Рентгеновское излучение в повышенных дозах провоцирует изменения в кожных покровах, которые похожи на ожог от солнечных лучей. Только при облучении происходит более глубокое и серьезное повреждение верхнего слоя кожи. Со временем исследователи выявили, что такого пагубного действия реально избежать, если уменьшить дозировку или время. При этом применяется дистанционное управление процедурой, при которой используются X-лучи.

## СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ: ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ

*Маслова А. А.*

*Руководитель – доцент, к. ф.-м. н. Глухова Ж. Л.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Более 100 лет назад в нидерландском городе Лейден появилась самая холодная точка на земле. В 1908 г. профессор Лейденского университета Хейке Камерлинг-Оннес впервые получил небольшую порцию жидкого гелия, охладив его до температуры 4 К. Это достижение помогло открыть два важнейших для современной квантовой физики явления – сверхпроводимость и сверхтекучесть. За их открытие и теоретическое объяснение в XX веке были присуждены несколько Нобелевских премий – в том числе самому Камерлингу-Оннесу.

Было известно, что с ростом температуры электрическое сопротивление растёт, а с уменьшением – снижается. Чтобы проверить, как далеко можно зайти, экспериментируя с холодом, металлом и электричеством, Камерлинг-Оннес использовал ртуть. Именно этот металл в те времена подвергался лучшей очистке от примесей, мешающих движению электронов. В 1911 году ученый довел ртуть до замерзания и продолжил понижать температуру, используя для этого жидкий гелий. При достижении 4,2 К измерительное устройство неожиданно перестало фиксировать сопротивление. Он заменял устройства для измерения сопротивления на другие в исследовательской установке, однако все они неизменно показывали нулевое сопротивление, несмотря на то, что до абсолютного нуля оставалось еще 4 К. Так было открыто явление сверхпроводимости. Впоследствии Камерлинг-Оннес проверил на сверхпроводимость много металлов и установил, что таким свойством обладают свинец и олово. Позже он нашел первый сверхпроводящий сплав, который состоял из ртути, золота и олова. В настоящее время известно 35 таких металлов и большое количество сплавов и химических соединений, у которых при очень низких температурах удельная проводимость становится практически бесконечной величиной. Наряду с потерей сопротивления важнейшим свойством сверхпроводников является вытеснение магнитного поля из массивного образца (эффект открыт Мейснером и Оксенфельдом в 1933 г.)

Первое теоретическое объяснение сверхпроводимости представили в 1935 г. братья Фриц и Хайнц Лондоны. Более общая теория была построена в 1950 г. Л. Д. Ландау и В. Л. Гинзбургом. На микроскопическом уровне сверхпроводимость получила объяснение в 1957 г. в работе американских физиков Д. Бардина, Л. Купера и Д. Шриффера. Центральным элементом их теории, получившей название теории БКШ, являются так называемые куперовские пары электронов, способные двигаться без потерь энергии, без электрического сопротивления. Сверхпроводимость – одно из самых «горячих» направлений в современной физике. Такая популярность объясняется не только теоретическим интересом: у веществ, обладающих этими свойствами, обнаружилось множество практических применений. Сверхпроводники сегодня используются в науке, медицине, энергетике и на транспорте.



## 24-Й СОЛНЕЧНЫЙ ЦИКЛ И КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЕГО ЭВОЛЮЦИИ

*Ивченко К. О.*

*Руководитель – аспирант, ассистент Сорока Н. В.*

ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. В. Даля», г. Луганск

Согласно наблюдениям, за активностью Солнца, проводившимся еще с 1755 года, существует определенная цикличность процессов, происходящих в солнечной магнитосфере. Исследуя значения ежемесячных чисел Вольфа ученые пришли к выводу, что солнечная активность характеризуется циклом сначала довольно быстрого увеличения числа солнечных пятен (около 4-х лет), а затем более медленным (около 7-ми лет) его уменьшением. Выявленную более чем 250-летними наблюдениями зависимость называют законом Швабе-Вольфа.

Последний заверченный солнечный цикл – 24, начавшийся в декабре 2008 г. и закончившийся в декабре 2019 г. Согласно полученным за это время данным, текущий цикл формировался в условиях снижения фоновой солнечной активности в предыдущем 23 цикле, который считается переходным, и в ходе развития 24 цикла наблюдалось снижение общего значения магнитного поля Солнца более чем в 2 раза. Исследования также показали, что сами циклы Швабе-Вольфа подчиняются зависимости общей пятнообразовательной и вспышечной активности, которая выражается в смене эпох пониженной (циклы 12-16, 24) и повышенной солнечной активности.

По окончании 24 цикла солнечной активности представляется возможность сделать выводы об особенностях его протекания.

1. Первый пик активности пришелся на ноябрь 2011 года, после чего в течение 15 месяцев число Вольфа уменьшалось, а затем стало уверенно расти, и к апрелю 2014 года достигло максимума  $W^* = 81,9$ . Ни в одном из всех известных солнечных циклов не было такой разницы в пиковых значениях  $\Delta W^* \approx 15$ .

2. Наименьшим за последние 50 лет наблюдений стало количество больших групп солнечных пятен.

3. Группы пятен существовали преимущественно однодневно, при этом размеры групп, среднее число пятен в группах и среднее регистрируемое число всех пятен были наименьшими более чем за 50 лет наблюдений.

4. Наибольшей стала продолжительность участка роста солнечной активности (63,8 месяца)

5. Наименьшее число больших геомагнитных бурь, спровоцированных солнечной активностью. Полное отсутствие геомагнитных бурь классов G4, G5 – очень больших и экстремальных. Больших бурь класса G3 за весь 24 цикл прошло всего 3.

Таким образом, можно сделать вывод, что развитие 24 солнечного цикла происходило на низком уровне, а общая средняя солнечная активность стала наименьшей среди циклов с начала космической эры.

## РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК АЛЬФВЕНОВСКИХ ВОЛН В КОСМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЕ

*Урютина Л. Н.*

*Руководитель – профессор, д. т. н. Корсунов К. А.*

ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. В. Даля», г. Луганск

Альфвеновские волны представляют собой один из типов волновых процессов в магнитоактивной плазме. По своей структуре альфвеновские волны являются поперечными магнитогидродинамическими волнами, распространяющимися вдоль силовых линий внешнего магнитного поля. Такие волны получили название в честь шведского астрофизика Х. Альфвена, предсказавшего их существование в 1942 году.

Ханнес Альфвен, лауреат Нобелевской премии (1970), заложил основы нового раздела физики – магнитной гидродинамики и внес большой вклад в физику плазмы, включая теории, описывающие поведение полярных сияний, радиационных поясов Ван Аллена, влияние магнитных бурь на магнитное поле Земли, земную магнитосферу и динамику плазмы в галактике Млечный Путь.

Альфвеновские волны возникают в низкочастотной области, когда плазма ведет себя как единая жидкость или газ. Последнее условие нарушается, если частота колебаний среды  $\omega$  становится сравнимой или превосходит ионную циклотронную частоту  $\omega_i$ , так как при таких частотах поведение ионов и свободных электронов среды оказывается различным. Таким образом, для альфвеновских волн выполняется условие  $\omega \ll \omega_i$ .

Альфвеновские волны играют важную роль в процессах, происходящих в ионосфере Земли, Солнца и других астрономических объектов. Так, их исследование во внешней короне Солнца является одной из научных задач солнечного зонда «Паркер» (Parker Solar Probe).

Следует отметить, что структура межзвездной среды крайне сложна и неоднородна. Она включает гигантские молекулярные облака, отражательные туманности, протопланетные туманности, планетарные туманности, глобулы и т.д. Но основная особенность межзвездной среды – ее крайне низкая плотность, типичные величины – 0,1-1000 атомов в см<sup>3</sup>. Другой параметр – индукция внешнего магнитного поля, которая для условий межзвездной среды составляет 10<sup>-9</sup>-10<sup>-4</sup> Тл. Массовая плотность ионов обеспечивает инерцию, а натяжение силовых линий магнитного поля обеспечивает возвращающую силу.

С помощью системы компьютерной математики Mathcad нами был выполнен расчет скорости и показателя преломления альфвеновских волн в межзвездной среде при индукции внешнего поля 10<sup>-5</sup> Тл. При расчете принималось, что межзвездная среда содержит только атомы водорода. При построении графика зависимости показателя преломления  $N$  альфвеновских волн от концентрации частиц  $n$  в межзвездной среде выяснилось, что с ростом концентрации частиц показатель преломления альфвеновских волн возрастает. Скорость альфвеновских волн определяется напряженностью магнитного поля, плотностью плазмы и направлена вдоль поля.

## ВЕЛИКАЯ СИЛА РЕЗОНАНСА. ПОЧЕМУ РАЗРУШАЮТСЯ МОСТЫ?

*Притыка А. А.*

*Руководитель – доцент, к. х. н. Щебетовская Н. В.*  
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства  
и архитектуры», г. Макеевка

Человечество стало строить мосты более трех тысяч лет назад, что позволяет мосту претендовать на почетное звание самого. Более того, многие мосты, построенные тысячи лет назад – особенно римлянами, которые достигли удивительных высот в области мостостроения, – до сих пор стоят и даже выполняют свои функции. Но, как и любое инженерное сооружение, мост может разрушиться, что нередко случалось за последние три тысячи лет. Почему же разрушаются мосты?

Часто причин может быть несколько одновременно, и они, удачно дополняя друг друга, приводят к катастрофе. Например, инженер неправильно провел расчеты, строители сэкономили на материалах или нарушили технологии строительства, затем мост неправильно эксплуатировался и, в конце концов, при прохождении слишком тяжело нагруженного поезда или большого числа машин или людей в плохую погоду обрушился.

Одна из самых известных причин разрушения мостов, хотя и не самая распространенная, – это резонанс, то есть явление резкого нарастания амплитуды колебаний системы (в нашем случае – конструкции моста) при периодическом внешнем воздействии. Так, в 1905 году из-за резонанса разрушился Египетский мост в Санкт-Петербурге, когда по мосту проходила воинская часть. Частота шагов идущих в ногу людей совпала с частотой свободных колебаний моста. Возникло явление резонанса, размахи колебаний моста резко увеличились, и цепи оборвались. Теперь для предотвращения подобных случаев войсковым частям при переходе через мост приказывают «сбить ногу» и идти не строевым, а вольным шагом. В 1940 году под действием ветра колебания моста Такома-Нэрроуз в штате Вашингтон приняли гигантский размах, и он рухнул. Если же через мост переезжает поезд, то, чтобы избежать резонанса, он проходит его либо на медленном ходу, либо, наоборот, на максимальной скорости (чтобы частота ударов колес о стыки рельсов не оказалась равной собственной частоте моста). Собственной частотой обладает и сам вагон, колеблющийся на своих рессорах. Когда частота ударов его колес на стыках рельсов оказывается ей равной, вагон начинает сильно раскачиваться из стороны в сторону и может сойти с рельсов. Для скоростных поездов, чтобы резонансные явления не оказывали разрушительных последствий, применяют сплошные рельсовые пути без стыков. Резонанс приходится учитывать при разработке машин и различных сооружений. Поэтому инженеры должны так конструировать ту или иную установку, чтобы не возникало резонансных явлений ни во всей установке, ни в ее отдельных частях.

## ДЕМПФИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

*Тепикин А. Н.*

*Руководитель – доцент, к. х. н. Щebetовская Н. В.*

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства  
и архитектуры», г. Макеевка

Демпфирование – это искусственное подавление колебаний механических, электрических и других систем. Оно может осуществляться за счёт увеличения затухания, для чего на системе устанавливаются демпферы (например, поршни, движущиеся в вязкой среде). Примерами систем, в которых демпфирование оказывается полезным, являются устройства для закрывания дверей и амортизаторы автомобилей. Обычно их конструируют таким образом, чтобы затухание было критическим (демпфированным). Однако по мере износа этих устройств демпфирование ослабляется, двери начинают хлопать, автомобиль раскачивается, наезжая на неровности дороги.

Явление демпфирования применяется при проектировке инерциальных ремней безопасности – в автомобилях. Эта идея также может быть внедрена в виде поясов безопасности для выполнения наружных высотных, ремонтных и строительных работ (т.к. в настоящее время возникает потребность внедрения новой строительной специальности – городской альпинизм). За последнее десятилетие произошел сдвиг в отношении проектировщиков к учету взаимодействия сооружений с грунтовыми основаниями. Практически во всех проектах в той или иной форме принимается во внимание податливость основания. Наиболее распространенный подход к моделированию взаимодействия сооружений с грунтом – «платформенная модель». Суть его состоит в том, что сейсмическое воздействие подается на жесткую платформу, на которой с помощью определенного подвеса закреплена модель сооружения. Обычно этот подвес включает в себя распределенные пружины и демпферы. Для сооружений на жестких фундаментах поверхностного заложения и для вертикально распространяющихся сейсмических волн в горизонтально-слоистой среде такая модель является точной при том дополнительном условии, что жесткостные и демпфирующие свойства (способность к затуханию вынужденных колебаний) подвеса точно моделируют динамические характеристики штампа на грунтовом основании. Считается, что для основания в виде однородного полупространства динамические характеристики (жесткости) с достаточной точностью могут быть представлены пружинами, а демпфирующие – вязкими демпферами.

В общем случае свойства пружин и демпферов, моделирующих динамические жесткости основания в виде жесткого штампа с линейными свойствами как функции частоты. Однако пока в большинстве расчетов за основу берется статическая жесткость штампа (иногда она определяется достаточно изоциренными методами), а демпфирование учитывается либо заданием модальных коэффициентов на уровне примерно 5 %, либо постановкой так называемых “акустических” не отражающих границ (распределенных демпферов).

## ВОЗДЕЙСТВИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

*Гнатова Д. М.*

*Руководитель – доцент, к. х. н. Щебетовская Н. В.*

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства  
и архитектуры», г. Макеевка

Когда мы говорим о вредном воздействии механических колебаний на человека, то имеем в виду так называемый вибрационный фактор. Действие вибрации определяется передачей человеку механической энергии от источника колебаний. Если вибрация передается через опорные поверхности человека на все его тело в положении сидя или стоя, то она называется общей вибрацией, если же передается через руки работающего – местной или локальной. Такое разделение вибрации – условно, конечно, при локальной вибрации она передается также на весь организм человека, чему способствует относительно хорошая проводимость механических колебаний тканями тела, особенно костной системой. В том случае, когда воспринимаемая человеком энергия превышает установленные нормативными документами значения, вибрация может причинять вред.

Воздействие вибрации на человека может приводить к снижению производительности труда и качества работы, а также к возникновению заболеваний (действие локальной вибрации может при определенных условиях привести к «вибрационной болезни»). Вибрация воспринимается всем организмом, вызывая головную боль, быструю утомляемость, онемение пальцев рук, боли в кистях и предплечьях, судороги; повышается чувствительность к охлаждению, появляется бессонница, головокружение и возможны обмороки за счет спазма сосудов. При вибрационной болезни возникают патологические изменения спинного мозга, сердечно-сосудистой системы, костных тканей и суставов, изменяется капиллярное кровообращение. Наиболее распространены и опасны заболевания, вызванные локальной вибрацией. При работе с ручными машинами, вибрация которых наиболее интенсивна в среднечастотной области спектра, возникают в основном заболевания, сопровождающиеся спазмом периферических сосудов. Локальная вибрация может вызывать ухудшение кровообращения кистей, пальцев, предплечья и сосудов сердца. Следствием является деформация и снижение подвижности суставов. Так же, как и при общей вибрации, нарушается деятельность сердца и ЦНС.

Воздействие вибрации зависит от частоты: при высоких частотах вибрации поражаются периферические нервные окончания и сосуды, появляется тремор рук; при малых частотах вибрации возникают радикулиты и гастриты. Особенно вредны вибрации с частотами, близкими к частотам колебаний отдельных органов человека в пределах 6–30 Гц. Резонансные частоты отдельных частей тела (в Гц): грудная клетка – 2-12; ноги, руки – 2-8; голова – 8-27; поясничная часть позвоночника – 4-14; живот – 4-12. Степень воздействия вибрации на организм зависит не только от частоты, но и от амплитуды.

## ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЯ

**Багирян К. К.**

*Руководитель – учитель-методист Колочко И. В.*

МБОУ «Технический лицей г. Донецка»

Электроэнцефалография – метод исследования функционального состояния головного мозга путём регистрации его биоэлектрической активности, один из методов, применяющихся для диагностики различных нервно-психических расстройств человека в медицине. ЭЭГ – раздел электрофизиологии, изучающий закономерности суммарной электрической активности мозга, отводимой с поверхности кожи волосистой части головы, а также метод записи таких потенциалов. ЭЭГ измеряет колебания напряжения ионного тока в нейронах головного мозга. Клинически электроэнцефалограмма является графическим изображением спонтанной электрической активности мозга в течение определенного периода времени, записанной с нескольких электродов на мозге или поверхности головы.

Данный метод позволяет практически мгновенно отследить изменения функционального состояния головного мозга благодаря миллисекундному временному разрешению. Процедура обследования относится к неинвазивным и абсолютно безвредна для испытуемых, что отличает ее от ряда других методов исследования. Сигналы электроэнцефалограммы представляют собой электрофизиологические реакции, отражающие основные нейронные активности, которые зависят от физиологических состояний субъекта. Ключевыми параметрами, которые получают с помощью ЭЭГ, выступают амплитуда и частота измеряемого сигнала. Информация, полученная при обследовании, нуждается в специальных программных пакетах и методах цифровой обработки и анализа. В клинической практике важно знать различные проявления и биомаркеры тех или иных функциональных состояний головного мозга, которые можно отследить, не только визуально, но и математическими методами анализа ЭЭГ.

Физико-математическая модель, аппроксимирующая амплитудно-частотную характеристику электроэнцефалограмм человека, демонстрирует различия в значениях получаемых коэффициентов между разными клиническими группами испытуемых. В методе дифференциации нервно-психических расстройств у пациентов выбранные эмпирические параметры выступают не просто как «подгоночные», а обладают диагностической значимостью.

ЭЭГ отводят с помощью электродов, усиливая и регистрируя электрические потенциалы. В электроэнцефалографах, совмещенных с компьютерами, предусмотрено 16-24 и более идентичных усилительно-регистрирующих блоков, позволяющих одномоментно записывать электрическую активность от соответствующего количества пар электродов, установленных на голове пациента. Усиленные потенциалы преобразуют в цифровую форму; непрерывная регистрация ЭЭГ отображается на мониторе и одновременно записывается на диск. После обработки ЭЭГ может быть распечатана на бумаге.

# ИССЛЕДОВАНИЕ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ ПЕРВИЧНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ В АМОРФНОМ СПЛАВЕ АЛЮМИНИЯ, НИКЕЛЯ И ЦИРКОНИЯ

*Козлова Е. И.*

*Руководители – аспирант ГУ «ДонФТИ им. А. А. Галкина» Бадекин М. Ю.,  
учитель-методист Колочко И. В.  
МБОУ «Технический лицей г. Донецка»*

Аморфные сплавы алюминия содержащие переходные и редко-земельные элементы из-за их повышенных механических свойств в сочетании с хорошей пластичностью привлекали все больше внимание начиная с 1988 года. Среди них аморфный сплав Al-Ni-RE из-за высокой способности к аморфизации и хорошей термической стабильности хорошо изучен. Прочность на растяжение данных сплавов выше 1000 МПа, которая может быть дополнительно увеличена в сочетании с низкой плотностью и коррозионной стойкостью, имеющие хорошие перспективы для будущего структурного применения в качестве аэрокосмической промышленности.

Механические свойства аморфного алюминиевого сплава значительно выше, чем кристаллического, и низкая способность к аморфизации этих сплавов обычно вызывает необходимость поддержания высокой скорости охлаждения для достижения аморфного состояния. Сплавы в аморфном состоянии удается получить, как правило, исключительно в виде тонких лент. Затем, необходимо использовать другой метод консолидации, такой как метод порошковой металлургии. Использование таких методов консолидации обычно приводит к появлению метастабильных или стабильных кристаллических фаз во время стадии спекания. Механические свойства расщепленного аморфного сплава алюминия связаны с фракцией кристаллических фаз, а доля кристаллических фаз зависит от температуры и времени отжига, поэтому очень важна кинетика фазового превращения для достижения желаемых свойств.

Исследование механизма кристаллизации в аморфных сплавах алюминия проводилось с помощью дифференциальной сканирующей калориметрии в неизотермическом состоянии. Для изготовления образцов применялась дуговая плавка в атмосфере аргона. Для изготовления аморфных лент применялся метод быстрой сварки в атмосфере аргона. Подготовленные ленты имели толщину 30 мкм и ширину 3 мм. Структурные исследования полученных образцов проводили с помощью методов рентгеновской дифракции в медном излучении. Неизотермические явления фазового превращения изучались с помощью дифференциального сканирующего калориметра при различных скоростях нагрева. Электронный микроскоп использовался для микроструктурного анализа.

Результаты термоанализа процесса кристаллизации аморфного сплава показали, что на первой стадии фазового превращения аморфной матрицы осаждались наночастицы алюминия, и наблюдалось уменьшение скорости зародышеобразования. Вторая и третья стадии кристаллизации соответствовали интерметаллическим соединениям алюминия с никелем и цирконием.

## УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

*Киселёва Д. Ю.*

*Руководитель – доцент, к. п. н. Логинова Е. Н.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г.Донецк

Ультрафиолетовое излучение – это невидимое для глаз электромагнитное излучение, которое находится в спектре между видимым и рентгеновским. Ультрафиолетовая область излучений (УФ) охватывает длины волн от 9 до 400нм. Ультрафиолетовые лучи разделяют на 3 основных типа: дальние, известны под названием «гамма-лучи», такое излучение почти полностью поглощается озоновым слоем атмосферы; средние, этот вид излучения поглощается атмосферной оболочкой планеты и поверхность попадает лишь 10% лучей: и ближние, этот тип излучения доходит до поверхности Земли, но является необходимым для живых существ.

Свойствами ультрафиолетового излучения является химическая активность, проникающая способность, невидимость, уничтожение микроорганизмов, благотворное влияние на организм человека (в небольших дозах) и отрицательное воздействие на человека (в больших дозах). Ультрафиолетовые лучи обладают способностью вызывать фотоэлектрический эффект, проявлять фотохимическую активность (развитие фотохимических реакций), вызывать люминесценцию и обладают значительной биологической активностью. Избыток и недостаток этого вида излучения представляет опасность для организма человека.

Воздействие на кожу больших доз ультрафиолетового излучения вызывает кожные заболевания, большие дозы оказывают отрицательное воздействие на центральную нервную систему, ультрафиолетовые лучи с длиной волны менее 0,32 мкм опасно для зрения. Ультрафиолетовое излучение характеризуется двояким действием на организм: с одной стороны, опасностью переоблучения, а с другой, – его необходимостью для нормального функционирования организма человека, поскольку ультрафиолетовые лучи являются важным стимулятором основных биологических процессов. Установлено, что под воздействием ультрафиолетового излучения наблюдается более интенсивное выведение химических веществ (марганца, ртути, свинца) из организма и уменьшение их токсического действия. Повышается сопротивляемость организма, снижается заболеваемость, в частности простудными заболеваниями, повышается устойчивость к охлаждению, снижается утомляемость, повышается работоспособность.

Влияние УФ-излучения на организм человека нельзя однозначно назвать положительным или отрицательным. Важно помнить, что любое воздействие ультрафиолета должно быть минимальным и строго дозировано согласно рекомендациям врача, после осмотра и обследования.



## ***p-n* ПЕРЕХОДЫ: ЗНАЧЕНИЕ**

***Куприянов М. В.***

*Руководитель – учитель высшей категории, старший учитель Сельский В. П.*

*Архитектурно-строительный лицей интернат при ГОУ ВПО*

*«Донбасская национальная академия строительства*

*и архитектуры», г. Макеевка*

Официально признано, что *p-n*-переход открыл в 1939 году американский физик Рассел Ол в лаборатории Белла.

В 1941 году Вадимом Лашкарёвым был открыт *p-n*-переход на основе  $\text{Cu}_2\text{O}$  и  $\text{Ag}_2\text{S}$  в селеновых фотоэлементах и выпрямителях.

*p-n*-переход (*n* — negative — отрицательный, электронный, *p* — positive — положительный, дырочный), область пространства на стыке двух полупроводников *p*-и *n*-типа, в которой происходит переход от одного типа проводимости к другому.

В полупроводнике *n*-типа основными носителями заряда являются *электроны*. Для получения их используют *донорные примеси*, которые вводятся в *кремний, фосфор, сурьма, мышьяк*.

В полупроводнике *p*-типа основными носителями заряда являются положительно заряженные *дырки*. Для получения их используют *акцепторные примеси* — *алюминий, бор*.

В полупроводнике *p*-типа концентрация *дырок* намного превышает концентрацию *электронов*. В полупроводнике *n*-типа концентрация электронов намного превышает концентрацию дырок. Если между двумя такими полупроводниками установить контакт, то возникнет диффузионный ток. При такой диффузии электроны и дырки переносят с собой заряд. Как следствие, области вблизи границы *p-n* перехода приобретают *пространственный заряд*. Область в полупроводнике *p*-типа, которая примыкает к границе раздела, получает дополнительный отрицательный заряд, приносимый электронами, а пограничная область в полупроводнике *n*-типа получает положительный заряд, приносимый дырками (точнее, уносимый электронами отрицательный заряд). Таким образом, на границе раздела образуются два слоя пространственного заряда противоположного знака. Слои пространственного заряда порождают в переходе *электрическое поле*, это поле вызывает дрейфовый ток в направлении, противоположном диффузионному току. В конце концов, между диффузионным и дрейфовым токами устанавливается *динамическое равновесие* и изменение объемных зарядов прекращается. Электронно-дырочный переход служит основой полупроводниковых приборов. Основное свойство электронно-дырочного перехода — *униполярная проводимость*.

Вся современная цифровая техника состоит из *p-n* переходов. *Диоды, Транзисторы, Тиристоры, Варикапы, Стабилитроны (диоды Зенера), Светодиоды, Фотодиоды, Стабисторы, pin-диоды и Бетавольтаические источники питания* основаны именно на этом типе переходов.

## НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ

*Лужанский А. А.*

*Руководитель – старший преподаватель Таращ В. Н.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Машиностроение – отрасль, состоящая из различных направлений: авиационной и космической, автомобильной промышленности, робототехники, изготовления промышленных станков, бытовых приборов, радиотехники, электротехнической промышленности и пр. Растут требования к качеству, эксплуатационным характеристикам, себестоимости машиностроительной продукции. В целях повышения конкурентоспособности, снижения энергопотребления особое внимание уделяется вопросам применения материалов нового поколения, конструкционные свойства которых значительно превышают существующий уровень. Чем выше эти характеристики, тем экономичнее, экологически безопаснее и надёжнее выпускаемые в этих отраслях транспортные средства.

На смену черных и цветных металлов, стали, металлическим сплавам приходят керамические и композитные, наноструктурные, интерметаллические, полимерные, порошковые, синтетические сверхпрочные материалы, имеющего минимальный вес, но при этом обладающим исключительной прочностью.

Наноматериалы сочетают высокие значения прочности и пластичности. Например, углеродным волокнам присущи экстремально высокие значения модуля упругости и прочности, химическая и термическая стойкость, низкий коэффициент линейного термического расширения, повышенные тепло- и электропроводность и ряд других ценных свойств. Композиты из карбонового волокна обладают улучшенными характеристиками к сопротивлению коррозии и повышенной работоспособностью. Углероды производятся в виде нитей, тканых и нетканых полотен, жгутов, рукавов.

Широкое применение получили композиционные материалы. Керамические композиты – это керамическая матрица, содержащая в себе волокнистую арматура. Их механические свойства определяются не только свойствами самих волокон, но и их ориентацией, объёмным содержанием. Состав керамокомпозита изменяют в зависимости от области применения. Если востребована прочность материала, то в керамическую матрицу вводят волокна металлов, а если необходима жаростойкость, то количество металла в составе минимально.

Одной из новых разработок являются интерметаллиды. Этот класс материалов – химические соединения металлов, которые имеют сложную кристаллическую структуру с наличием в межатомных связях до 30% ковалентной связи, что определяет их физико-механические свойства: высокую жаропрочность, низкую плотность и возгораемость в кислороде, высокую износостойкость. Этим материалам присущ эффект запоминания формы, который может быть эффективным способом повышения эксплуатационных свойств и ресурса изделий. Применение новых материалов прогнозирует фундаментальную перестройку существующей технологии машиностроения, изготовления промышленных изделий, охраны окружающей среды, транспорта.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВА В ТЕХНИКЕ

*Сологуб М. В.*

*Руководитель – доцент, к. п. н. Логинова Е. Н.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Человеку давно известны магнитные свойства вещества. Таким примером является английский физик Гильберт Уильям и его труд «О магните, магнитных телах и большом магните – Земле...», изданный в 1600 году. В этой книге описано более 600 проделанных Гильбертом опытов и изложены выводы, к которым пришел ученый. Именно в данной работе было сделано предположение, что Земля является гигантским магнитом.

С развитием науки области применения магнитных свойств очень сильно расширилась. Это такие области как электротехнические приборы, медицина, строительство, радиоэлектроника и т.д.

Действие магнитного поля на вещество применяется в промышленности – омагничивание воды. Вода, пройденная через магнитное поле, приобретает новые свойства, не образует накипи в паровых котлах, что позволяет использовать ее без дополнительной химической обработки.

Еще действие магнитного поля применяют в электротехнических приборах – магнитопровода. Электротехническая промышленность использует взаимную зависимость электрической и магнитной энергий, переход их из одного состояния в другое.

С помощью этого принципа работают многочисленные трансформаторы, дроссели, генераторы и другие подобные устройства. В их конструкцию входит магнитопровод, пропускающий магнитный поток, возбужденный прохождением электрического тока, для дальнейшего преобразования электрической энергии.

Другим примером использования действия магнитного поля на вещество в радиоэлектрике является феррит. Ферриты широко используются в современной радиотехнической аппаратуре, в автоматике, телемеханике. Их сердечники делают из магнитомягких ферритов.

Одним из важных применений магнитного поля на вещество в медицине является магнитотерапия. Магнитотерапия – это популярный физиотерапевтический прием, основанный на влиянии низкочастотных магнитных полей переменного или постоянного действия на проблемную зону организма.

Со временем магнитные свойства вещества станут неотъемлемой частью жизни человека.

Наука не стоит на месте. Она развивается и совершенствуется.

В докладе будут рассматриваться такие темы: использование магнитных свойств вещества в строительстве, электротехнических приборах, радиоэлектронике и медицине более подробно.

## ИНТЕРЕСНЫЕ ФАКТЫ О ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

*Ковалевский О. С.*

*Руководитель – доцент, к. т. н. Гольцова М. В.*

Белорусский национальный технический университет, г. Минск,  
Республика Беларусь

Сплав железа и углерода при содержании последнего более 2,14% известен человечеству в течение более чем 2500 лет. Чугун – это сплав, с получения которого начинается черная металлургия. Ему присущи простота получения, низкая стоимость относительно других металлов и неплохие физические свойства. Из чугуна и сегодня изготавливают широкий спектр товаров и машин, от потребительских товаров до многотонных памятников и деталей станков.

Объясняя упрощенно, процесс плавки чугуна начинается с удаления примесей из руды и восстановления из руды железа, а заканчивается поглощением этим железом углерода. Этот процесс проходит в доменных печах, в которых топливо является одновременно восстановителем и источником углерода для насыщения железа.

Доменная печь – огромных размеров сооружение, имеющее подземную и надземную части и высота которого сравнима с 20 этажным домом. Первые доменные печи появились в Китае к IV веку. Сегодня самая большая в мире доменная печь так же построена в КНР: она достигает 100 м.

Непосредственным предшественником доменной печи был так называемый штюкофен (высокий сыродутный горн). Он был построен в XIII веке в Штирии, местности на юго-востоке современной Австрии. Штюкофен имел форму конуса высотой 3,5 метра и имел два отверстия: для нагнетания воздуха (фурма) и вытаскивания крицы.

Крица – это рыхлый ком размягченного губчатого железа в смеси со шлаком и частицами несгоревшего угля, образуется при плавке железной руды в условиях относительно низких температур (до 1300 °С). Название произошло от древнерусского «кръч» – кузнец. Также крицу называют сыродутным железом.

Первая доменная печь на территории Беларуси была построена в 1780 году. Она работала на болотных рудах бурого железняка. Современные доменные печи в Беларуси были построены на Белорусском металлургическом заводе в г. Жлобин.

Доменная печь работает круглосуточно как минимум в течение семи лет. Расходует около 20000 тонн шихты в сутки и выдает ежесуточно около 12000 тонн чугуна. При необходимости поставки чугуна другим предприятиям его разливают в слитки (чушки) массой 30 – 40 кг. Побочный продукт доменного производства – шлак, – используется как материал для строительства дорог и домов.

## ПОЮЩИЙ МЕТАЛЛ

*Ковалевский О. С., Апалинский Н. А.*

*Руководитель – доцент, к. т. н. Гольцова М. В.*

Белорусский национальный технический университет, г. Минск,  
Республика Беларусь

Среди множества способов применения разнообразных марок стали, одно из самых необычных – это производство из азотируемой, пружинно-рессорной или других сталей необычных музыкальных инструментов, называемых, в зависимости от производителя, хангами или хэндпанами. Ханг – запатентованный бренд, обозначающий инструменты от швейцарской фирмы-производителя PANArt. Вследствие того, что с 2014 года компания PANArt прекратила выпуск хангов, но сохранила патент на бренд, музыкальные мастера в различных странах стали создавать собственные технологии производства подобных музыкальных инструментов, и возникла необходимость обозначать их неким другим, незапатентованным названием. Таким образом хэндпаны – это инструменты, подобные хангу, но изготовленные другими производителями. Это самые молодые музыкальные инструменты: первый ханг появился в 2000 году.

Ханги (хэндпаны) состоят из двух соединенных между собой клеем металлических полусфер. Диаметр инструмента составляет около 53 см, а высота – около 24 см. На верхней полусфере продавлены 7–8 тональных областей, образующих «тональный круг», окружающих центральный купол. У хангов на нижней стороне находится резонаторное отверстие размером 8–12 см. Хэндпаны могут быть односторонними или двусторонними. Техника игры подобна игре на барабанах, однако звук может извлекаться множеством разных способов: кончиками пальцев, большими пальцами, основанием кисти.

Ханг и хэндпан невозможно не полюбить, прежде всего – за нежное мелодичное звучание. Обучение игре на этих инструментах не требует глубоких познаний в нотной грамоте и теории музыки, а также они как будто созданы для свободной импровизации.

Звучание металлических инструментов возможно благодаря явлению акустического резонанса металлов. Явление резонанса впервые было описано Галилео Галилеем в 1602 году в работах, посвящённых исследованию маятников и музыкальных струн. Звуковой резонанс – это резонанс, вызванный звуковыми волнами. Это явление, при котором акустические системы усиливают звуковые волны, при этом частота этих волн совпадает с резонансной частотой системы.

Классические примеры металлических музыкальных инструментов – гонги, колокольчики, тибетские поющие чаши; они известны уже в течение многих столетий. Однако история создания ханга и хэндпанов показывает, что варианты создания чего-то нового, инновационного в любой отрасли неисчерпаемы. Есть примеры производства хэндпанов из баллонов для бытового газа! А для желающих послушать музыкальные композиции, исполненные на ханге и хэндпане, можно набрать «ханг музыка» в поисковике сервиса Youtube.

## ЭМПИРИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ

*Бережко А. А.*

*Руководитель – старший преподаватель Локтионов И. К.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», Донецк

Теоретическое описание термодинамических свойств вещества может быть выполнено на основе уравнения состояния (УС) – соотношения, устанавливающего связь давления с объёмом и температурой вещества.

Первая успешная попытка построения УС, учитывающая поправки на размеры частиц и действующие между ними силы притяжения, была предпринята Ван дер Ваальсом в 1873 году. Заметим, что первые экспериментальные исследования критического состояния жидкости были выполнены в 1860 году Д.И. Менделеевым. Уравнение Ван дер Ваальса позволило определить границы двухфазной области и метастабильных состояний, описать критическое состояние и получить некоторые, хорошо согласующиеся с экспериментом результаты. Однако это УС неверно предсказывает поведение изохорной теплоёмкости на “жидкой” ветви бинодали, скорости звука в окрестности критической точки и др. Несмотря на все недостатки, уравнение Ван дер Ваальса сыграло выдающуюся роль в физике жидкого состояния и стимулировало многих исследователей к построению новых УС, отличающихся степенью сложности аналитического представления, областями применимости, точностью описания данных измерений и т.д.

К настоящему времени известно несколько десятков УС. Число этих уравнений может кратно возрасти, если какой-либо настойчивый специалист выполнит задачу поиска уравнений по специализированным обзорам и монографиям, оставшимся без внимания научной общественности или имеющим ограниченный доступ в полном объёме.

Следует отметить, что значительная часть УС получена путём модификации так называемых “канонических” уравнений, к числу которых нужно отнести уравнения Ван дер Ваальса, Редлиха-Квонга, Бертло, Дитеричи, Бенедикта-Вебба-Рубина и др.

Публикации последних нескольких лет свидетельствуют о том, что проблема построения новых эмпирических УС не потеряла актуальности. Это объясняется необходимостью решения практических задач с помощью компактных уравнений состояния, позволяющих прогнозировать термодинамические свойства газовой и жидкой фазы в широком диапазоне изменения параметров состояния с высокой точностью. Однако найти такое универсальное уравнение до сих пор не удалось.

Поэтому для решения технически важных задач применяются УС в полиномиальной форме, получаемые из вириального УС путём разложения вириальных коэффициентов по степеням обратной температуры. Число коэффициентов в разложениях ограничивается требованиями, предъявляемыми к УС по точности комплексного описания экспериментальных *PVT*-данных, часть которых используется для определения значений этих коэффициентов.

### *Секция 3*



## **УСПЕХИ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ И ПРОГНОЗЫ НА БУДУЩЕЕ**



## ИЗМЕРЕНИЯ И ИХ РОЛЬ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ

*Онищенко А. С.*

*Руководитель – профессор, к. т. н. Волков А. Ф.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

«Наука начинается там, где начинают измерять. Точная наука немислима без меры» – эта знаменитая фраза Д. И. Менделеева свидетельствует о громадной роли измерений в познании законов природы (фундаментальные исследования) и развитии новых технологий (прикладные науки). Наука, предметом изучения которой являются все аспекты измерений, называется метрологией. По мнению многих учёных, около 80% достижений в создании новых технологий связаны с освоением новых инструментов. Без инструментальных революций, являющихся результатом физических исследований, многие области науки развиваться просто не могут.

Под измерением понимают последовательность экспериментальных и вычислительных операций, проводимую для нахождения численного значения физической величины с помощью специальных технических средств. Между этими значениями физических величин уже можно установить определённую функциональную зависимость.

В практической работе наиболее широкое распространение получили две группы измерений. Первая группа – прямые измерения. При этом искомая физическая величина находится непосредственно из опытных данных. Ко второй группе относятся косвенные измерения. При их проведении значения искомой физической величины находят на основании известной однозначной функциональной зависимости между величинами, определяемыми в результате прямых измерений, и искомой величиной.

Измерить физическую величину значит сравнить её с однородной физической величиной, принятой за единицу. Например, основными единицами СИ являются: метр, килограмм, секунда, ампер, кельвин, моль, кандела. Единицы СИ универсальны и применимы во всех областях науки и техники, так как не имеют никакого отношения к свойствам конкретного материала.

Измерения обычно осуществляют с помощью измерительных устройств. Измерительные устройства, предназначенные для воспроизведения физической величины заданного размера с определённой точностью, называются мерами. Измерительные приборы позволяют непосредственно отсчитывать значения измеряемой величины. Если измерительная информация необходима для дальнейшего преобразования и обработки непосредственно экспериментатором не наблюдается, то устройства, в которых вырабатываются сигналы измерительной информации, называются измерительными преобразователями.

Технические возможности и область применения измерительных приборов определяются рядом параметров. К основным параметрам относятся следующие: класс точности прибора, предел измерений, цена деления шкалы прибора, чувствительность прибора и т. д.



## ЛЕКЦИОННАЯ ДЕМОНСТРАЦИЯ «РАМКА С ТОКОМ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ»

*Ляшко А. А.*

*Руководитель – старший преподаватель Лумпиева Т. П.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Действие магнитного поля на токи находит широкое практическое применение в электродвигателях, электроизмерительных приборах и т.д. Для того, чтобы облегчить студентам понимание этого материала и подготовить их к изучению устройства электродвигателей в курсе общей электротехники, нами сделан макет «Рамка с током в магнитном поле».

Основной частью макета является рамка, изготовленная из металлического уголка. Рамка крепится на металлический стержень, но может свободно вращаться вокруг своей оси. Стержень устанавливается на подставку. Стрелки вырезаны из пластика, крепятся на рамку с помощью крепежа для клемм и могут поворачиваться вокруг своей оси на  $360^\circ$ . Красные стрелки показывают направление тока, зелёные – направление сил. Кроме этого, к центру стержня приварены два гвоздя под углом  $90^\circ$ . На эти гвозди надеваются вектор магнитного момента и вектор индукции магнитного поля. Вектор вращающего момента направлен по оси вращения, поэтому он надевается на стержень. В качестве векторов используются полые алюминиевые спицы, обрезанные до нужного размера. Покажем, как использовать макет при чтении лекции.

Задаём направление тока в рамке с помощью красных стрелок. Определяем направление магнитного момента рамки по правилу правого винта и устанавливаем на гвоздь, перпендикулярный плоскости рамки соответствующий вектор. На второй гвоздь "надеваем" вектор магнитной индукции, а рамку располагаем так, чтобы верхняя и нижняя стороны рамки были параллельны вектору магнитной индукции. По правилу левой руки определяем направление сил, действующих на боковые стороны рамки, и разворачиваем зелёные стрелки в нужном направлении. Вектор вращающего момента  $\vec{M}$  направлен вдоль оси вращения  $OO'$  так, что из его конца вращение рамки под действием пары сил, видно происходящим против часовой стрелки. Надеваем соответствующий вектор на стержень.

На данной модели также можно показать, что контур будет растягиваться или сжиматься (в зависимости от направления тока), если вектор магнитной индукции расположить перпендикулярно плоскости рамки.

Таким образом, лекционные демонстрации наглядно представляют физические явления основных разделов физики, позволяют студентам лучше понять и усвоить учебный материал. Использование демонстрации, разработанной авторами, позволяет подготовить студентов к изучению устройства и принципа действия электродвигателей, электроизмерительных приборов и т.д. в курсе общей электротехники.

## ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ

*Болоцкая Н. С.*

*Руководитель – старший преподаватель Лумпиева Т. П.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Сейсморазведка – раздел разведочной геофизики, основанный на регистрации искусственно возбуждаемых упругих волн и извлечении из них полезной геолого-геофизической информации. При помощи сейсморазведки изучается глубинное строение Земли, выделяются месторождения полезных ископаемых, решаются задачи гидрогеологии и инженерной геологии.

В основе сейсмических методов лежит возбуждение упругих волн при помощи технического устройства или комплекса устройств – источника. Источник создаёт в толще горных пород избыточное давление, которое компенсируется средой в течение некоторого времени. В процессе компенсации связанные частицы пород совершают периодические колебания, передаваемые вглубь земли упругими волнами. Важнейшим свойством волны является её скорость, зависящая от состояния горных пород, возраста, глубины залегания.

Распространяясь в объёме горных пород, упругие волны попадают на границы слоёв с различными упругими свойствами, изменяют направление, углы лучей и амплитуду, образуются новые волны. На пути следования волн размещаются пункты приёма, где при помощи сейсмоприемников принимаются колебания частиц и преобразуются в электрический сигнал.

Для возбуждения колебаний применяются взрывы зарядов тротила в неглубоких скважинах (10-20 м) а также длительное (вибрационное) или короткое (импульсное) ударное воздействие на горные породы. Взрывные источники характеризуются наибольшей мощностью и компактностью, при этом требуют дорогостоящих подготовительных и ликвидационных работ, а также наносят большой урон окружающей среде. Невзрывные источники гораздо слабее, но могут использоваться многократно в одной и той же точке, более управляемы, а также безопаснее для человека и экологии.

Источник возбуждает два типа независимых сейсмических волн – продольные и поперечные. Продольные волны имеют большие скорости, приходят в любую точку среды раньше поперечных, распространяются практически в любых веществах.

Основным измерительным устройством в сейсморазведке служит сейсмоприемник, преобразующий механические колебания упругих волн в электрический ток переменного напряжения. При перемещении частиц горных пород вблизи корпуса приемника в нём вырабатываются электрические импульсы, которые затем откладываются на оси времени. Получаемые зависимости называются графиками колебаний или сейсмотрассами. Сейсмотрассы объединяются в сейсмограммы. Затем данные с точек наблюдения поступают на сейсмическую станцию, где представляются в удобной для оператора форме.

## ЧТО БУДЕТ, ЕСЛИ ИСЧЕЗНЕТ ГЕЛИЙ?

*Поляков И. С.*

*Руководитель – старший преподаватель Лумпиева Т. П.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Гелий – один из самых распространенных химических элементов во Вселенной. Впервые его выделили из смеси газов в 1895 году. Этот бесцветный газ легче воздуха и в то же время, самая холодная жидкость на нашей планете. В последние годы разными странами на самом высоком уровне стала обсуждаться проблема грядущего исчезновения гелия. Проблема заключается в том, что гелий сразу же после использования растворяется в атмосфере, то есть улетучивается. Что произойдет, если не будет гелия?

Не горючий и безопасный гелий прекрасно подходит для таких летательных аппаратов, как дирижабли и аэростаты. Перспективной разработкой считается стратосферный дирижабль, который сможет летать в верхних слоях атмосферы, практически на нижней границе космоса. Если заменить в дирижабле гелий на водород, то это автоматически увеличит риск возгорания.

Одна из важнейших задач всех отраслей – контроль герметичности, а также утечки радиоактивного вещества в процессе обогащения урана. Чтобы проверить надежность и герметичность оборудования, гелий используют, распыляя его на сварочные швы. Он не реагирует с другими веществами и очень быстро проникает в отверстия.

Около 23% земного запаса гелия используется для сварки. При электродуговой сварке гелий активно применяется для защиты от окисления металла сварочного шва. Например, алюминий нельзя спаять без помощи гелия. Значит, при отсутствии гелия все процессы кораблестроения и создания космических кораблей станут намного сложнее.

Кроме электродуговой сварки, гелий применяют в лазерной сварке, используя его как газ для защиты изделия. Гелий удерживает расплавленный металл от элементов, содержащихся в воздухе, таких как кислород и водород. Поскольку лазерная сварка применяется при изготовлении автомобилей, без гелия цены на транспортные средства резко вырастут.

От исчезновения гелия сильно пострадает авиакосмическая промышленность. Только лишь НАСА расходует до 30 млн кубометров гелия в год. Он необходим для очистки двигателей, продувки топливных баков жидкостных ракет и т.д. Конечно, без гелия полеты не прекратятся, но станут опаснее и дороже.

Сегодняшнюю медицину сложно представить без магнитно-резонансного томографа. Основа аппаратов МРТ – очень мощные магниты, которые выделяют огромное количество тепла. Жидкий гелий имеет низкую точку кипения и идеален в качестве охладителя. В среднем, один аппарат МРТ использует около 1700 л жидкого гелия. Ученые ищут способ заменить жидкий гелий другими веществами, и альтернативные варианты есть, но по многим параметрам они уступают гелию. Таким образом, исчезновение гелия сильно ударит по современной жизни.

## ХАОС В КОЛЕБАНИЯХ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

*Рыбалка Ю. Е.*

*Руководитель – доцент, к. т. н. Лыштван Е. Ю.*

ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. В.Далая», г.Луганск

В 70-х годах XX века было обнаружено новое явление в области нелинейной динамики – хаотические колебания. Хаотические колебания – это возникновение неупорядоченных движений в совершенно детерминированных системах. Они были обнаружены даже в простых задачах с одной степенью свободы, таких как колебания маятника.

С математической точки зрения существование хаотических колебаний означает, что нелинейные дифференциальные уравнения могут иметь ограниченные непериодические решения, которые ведут себя случайным образом, хотя в этих уравнениях нет случайных параметров. Это способствовало развитию новых математических идей, таких как странный аттрактор, отображение Пуанкаре, фрактальная размерность, для того, чтобы описывать и изучать хаотические явления. Эти новые геометрические и топологические представления в динамике станут такой же неперменной частью методов анализа колебаний, какой стал Фурье-анализ. Таким образом, тема исследования хаотических колебаний в различных нелинейных системах является актуальной.

Нами рассмотрена возможность существования режима хаотических колебаний в движении математического маятника и количественного определения условий, при которых он возникает. Для достижения поставленной цели необходимо выполнение следующих задач:

создать математическую модель движения математического маятника под действием внешней силы и разработать методику численного решения нелинейного дифференциального уравнения модели;

написать программу численного решения уравнения модели и визуализации результатов решения в среде компьютерной математики *Matlab*;

методом вычислительного эксперимента исследовать поведение системы в зависимости от величины внешней силы.

В работе исследована математическая модель нелинейных колебаний маятника под действием внешней силы, с учетом силы трения. Уравнения модели решались численно методом Эйлера-Кромера в среде компьютерной математики *Matlab*. Предварительно была исследована устойчивость схемы Эйлера-Кромера для уравнений осцилляторного типа. Показано, что она является условно устойчивой, и определено условие устойчивости для шага разностной схемы. Устойчивость схемы исследовалась с помощью системы компьютерной математики *Mathematica*. Продемонстрировано существование двух различных режимов движения маятника в зависимости от величины внешней силы – режима регулярных колебаний и режима хаотических колебаний. Методом вычислительного эксперимента определены величины внешней силы, при которых реализуются эти режимы.

## ЗНАЧЕНИЕ ОБЩЕГО ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ-ФИЗИКОВ

*Марченко О. А.*

*Руководитель – доцент, к. т. н. Лыштван Е. Ю.*

ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. В. Даля», г. Луганск

Основными формами проведения аудиторных занятий для студентов являются лекции, практические и лабораторные занятия. В рамках аудиторной работы студенты осваивают наиболее сложный теоретический материал, решают задачи и выполняют лабораторные работы.

С целью развития навыков и умений проведения экспериментальных исследований, изучения современных экспериментальных методик, умения работать на научных приборах, оценивать достоверность результатов экспериментов, умения строить теоретические модели и проверять их состоятельность, студенты направления подготовки 03.03.02 «Физика» изучают в течение пяти семестров дисциплину «Общий физический практикум».

Данная дисциплина включает в себя учебные лабораторные работы по физике. Конечная цель лабораторных занятий по физике – закрепление теоретических знаний, приобретение умений и навыков для проведения физического эксперимента. Для достижения этой цели в ходе каждой работы приходится решать ряд задач, которые позволят студенту научиться:

- объяснять физическую суть изучаемого явления в лабораторной работе;
- характеризовать объект исследования, выделяя его особенности, (образец, устройство, излучение и т.д.);
- объяснять физические основы используемой в работе методики измерений, обосновывать ход работы или последовательность действий при выполнении каждой конкретной лабораторной работы;
- работать с приборами, выбирать нужный диапазон измерений, определять цену деления шкалы, снимать показания приборов;
- проводить измерения, соблюдая заданные условия, грамотно и аккуратно записывать результаты в заранее составленные таблицы;
- вычислять и учитывать приборную и случайную погрешности прямых и косвенных измерений;
- представлять результаты эксперимента в виде таблиц и графиков;
- анализировать результаты эксперимента, делать обоснованные выводы, составлять отчёт по работе;
- подготовиться к защите лабораторной работы.

Особенность лабораторных занятий общего физического практикума состоит в том, что они, в отличие от других учебных занятий, с первых занятий требуют от студента самостоятельности и сознательной активной работы не только в лаборатории, но и дома при подготовке к измерениям, обработке результатов и составлении отчёта лабораторной работы.

Все эти умения можно приобрести только в результате целенаправленной самостоятельной работы при серьезном и вдумчивом отношении к дисциплине.

## СИСТЕМНОСТЬ ЗНАНИЙ И ТЕХНОЛОГИЯ УДЕ В ФИЗИКЕ

*Харченко А. О.*

*Руководитель – доцент, к. т. н. Чаленко А. В.*

ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. В. Даля», г. Луганск

В преподавании физики технология укрупнения дидактических единиц (УДЕ), предложенная П. М. Ердниевым, нашла свое место во многих разделах физики. Весь теоретический материал делится на логически завершённые единицы и изучается не по отдельным параграфам, а целиком: сначала – понятия, величины, а затем закономерности между ними и их практическое применение. Система строится на принципах: совместности и одновременности изучения взаимосвязанных действий, обеспечения единства составления и решения задач, выявление сложной структуры и системности знания.

Применяя технологию УДЕ, основной материал необходимо повторять на каждом уроке для его лучшего запоминания. Данную технологию можно разделить на 3 этапа: 1-й – этап обобщения, 2-й – этап укрупнения, 3-й – этап закрепления. В конце каждого блока проводится обобщающий урок.

Технология УДЕ обусловлена рядом факторов:

1. «Уплотнение» программы (объём информации не изменяется, а число часов уменьшается).

2. Создание общей структуры учебного материала из большого количества учебных пособий по физике.

3. Общая перегруженность учащихся; снижение уровня их подготовленности к восприятию нового материала; несоответствие программ по физике и математике, требующее дополнительных затрат времени на их коррекцию.

Преимущества технологии УДЕ:

- формируются прочные и систематизированные знания у учащихся; осуществляется дифференцированный и личностно-ориентированный подход к обучению; проводятся широкие межпредметные связи с математикой, информатикой и др.;

- значительно снижается нагрузка на учащихся, что позволяет им планировать свою домашнюю работу по предмету с учётом других нагрузок;

- применение активных форм обучения приучает учащихся видеть суть, учиться самостоятельно и продуктивно; а заменив традиционные домашние задания на творческие, формируются умения рассуждать, мыслить, творить, фантазировать, анализировать, познавать, искать нужную информацию и т.п.;

- всестороннее сотрудничество обучающихся в процессе обучения;

- повторение учебного материала несколько раз на занятиях / уроках в разных аспектах и связях, что способствует полному и глубокому усвоению учебного материала всеми учениками независимо от уровня их развития.

Технология УДЕ позволяет: создать резервное время для решения нестандартных задач; качественно обобщить учебный материал и использовать во время дистанционного обучения.

# РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ДВИЖЕНИИ КВАНТОМЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ

*Кучинская К. А.*

*Руководитель – доцент, к. т. н. Чаленко А. В.*

ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. В.Даля», г.Луганск

Квантовая механика является одним из важнейших базовых университетских курсов при подготовке физиков. Это связано с тем, что именно при изучении квантовой механики у студентов формируется новый, квантовомеханический подход к описанию физических объектов, с которым они ранее не встречались.

Этот подход будет применяться и развиваться при изучении дальнейших современных физических дисциплин – релятивистской квантовой механики, квантовой электродинамики, квантовой теории поля и т.д.

Помимо новых физических представлений, квантовая механика использует и новый математический аппарат (наряду с традиционным), что усложняет процесс ее изучения. Проблема может быть частично решена за счет широкого использования при изучении курса квантовой механики современных систем компьютерной математики, таких как *Mathematica*, *Matlab*, *Maple* и другие. Это позволит больше сосредоточиться на физической стороне рассматриваемых задач, не отвлекаясь на математические проблемы.

Кроме чисто вычислительных возможностей, которые предоставляют эти системы, они дают возможность широкого использования средств визуализации получаемых результатов, что во многих случаях позволяет глубже понять их смысл и характер поведения.

Нами рассмотрено применение системы компьютерной математики *Mathematica* для решения задачи о движении квантовомеханической частицы в бесконечной и конечной потенциальных ямах. Разработана методика ее применения при проведении расчетов уровней энергии, нахождении волновых функций и плотности распределения вероятности. Входным аргументом программы является глубина ямы, выходными – значения энергии уровней и диаграмма уровней.

Программа состоит из трех блоков:

1. Расчет энергий четных состояний.
2. Расчет энергий нечетных состояний.
3. Подготовка данных для графика и построение графика.

Данная компьютерная система позволяет создавать интерактивным образом емкие, но очень краткие программы и обладает широкими возможностями визуализации получаемых результатов.

С их помощью выполнена графическая визуализация полученных результатов. Сделан вывод о высокой эффективности использования системы *Mathematica* при проведении квантовомеханических расчетов.

## ВЛИЯНИЕ РАСХОДА РАБОЧЕГО ГАЗА В СВЧ-ПЛАЗМОТРОНЕ НА СТЕПЕНЬ КОНВЕРСИИ

*Саркисов А. А.*

*Руководитель – аспирант, ассистент Сорока Н. В.*

ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. В.Даля», г.Луганск

На сегодняшний день проблема применения электромагнитной энергии СВЧ-диапазона в разных производственно-технических процессах играет важную роль.

Плазма, получаемая при помощи генераторов СВЧ-излучения, имеет высокую степень чистоты, так как при ее получении отсутствуют возбуждающие металлические электроды, а, следовательно, и примеси, а также существует возможность получения плотной СВЧ-плазмы с высокой температурой плазмоида в небольших объемах.

СВЧ-плазма может использоваться в различных технических процессах: получение высокочистых химических соединений, переработка и газификация углей, осаждение кремниевых подложек и алмазов, обработка металлических форм и поверхностей, создание источников света, а также в спектроскопии. В частности, перспективным направлением использования СВЧ-плазмы является конверсия природного газа.

Классические методы конверсии природного газа предполагают создание высокого давления для переработки углеводородного сырья, тогда как используя плазму СВЧ-разряда, данный процесс можно реализовать при атмосферном давлении.

Проанализировав имеющиеся экспериментальные данные, полученные в ходе конверсии природного газа в СВЧ-разряде атмосферного давления при различном количестве подаваемого в плазмотрон рабочего газа, была установлена обратно пропорциональная линейная зависимость подаваемой СВЧ-мощности к степени конверсии газа.

Уровень мощности СВЧ-излучения изменялся от 1 до 2 кВт, а степени конверсии были измерены для 3-х значений расхода подаваемого рабочего газа, 1 – 0,12 м<sup>3</sup>/ч; 2 – 0,35 м<sup>3</sup>/ч; 3 – 1 м<sup>3</sup>/ч.

Исходя из полученных зависимостей, можно сказать, что степень конверсии природного газа увеличивается с ростом СВЧ-мощности, которая вводится в разряд, и снижается с увеличением расхода рабочего газа в плазмотроне.

Объяснить снижение степени конверсии природного газа можно тем, что в области плазменного образования увеличивается линейная скорость движения молекул газа, соответственно, уменьшается время контакта частиц газа с плазмой.

Следовательно, направление дальнейших исследований должно быть направлено в модернизации конструкции СВЧ-плазмотрона и наращивании его мощности при невысоком расходе рабочего газа.



## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ГОРНЫХ ПОРОД И ПОЧВ

*Грищенко М. Н.*

*Руководитель – старший преподаватель Гречка В. А.*

ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. В.Даля», г.Луганск

Республики Донбасса обладают большим экономическим, промышленным и человеческим потенциалом. ДНР и ЛНР богаты горнодобывающими предприятиями, шахтами, соляными рудниками. При добыче из недр изымается большое количество сопутствующих горных пород, потенциально пригодных для дорожных работ и производства строительных материалов.

С этой целью была выполнена сравнительная оценка радиационной активности различных строительных материалов и потенциального строительного сырья из горнопромышленных отходов, а также проведены измерения гамма, бета и удельной активности ряда образцов.

Из результатов исследований радиационной активности строительных материалов следует, что они имеют слабую гамма и бета активность, сопоставимую с естественным радиационным фоном. Отметим, что основной вклад в естественную радиоактивность почвы вносит калий-40. Радиоактивность почв зависит от радиоактивности материнских или почвообразующих пород, потому что минералы и частицы породы входят в скелетную часть и минеральные фракции почвы. Среди осадочных пород наиболее радиоактивны глины, а менее активны – известняки.

Исследования образцов угля и почв показали, что они содержат незначительное количество природных изотопов калия-40, урана-238, радия-226, тория-220 и др. Удельная активность антрацита оказалась даже ниже фоновой. Это можно объяснить вымыванием радиоактивных солей при формировании залежей каменного угля в течение сотен миллионов лет. Известно, что антрацит по элементарному составу содержит более 90% углерода. Оставшаяся доля приходится на водород и азот.

Результаты измерений отходов угледобычи показали, что они имеют слабую гамма активность, но по плотности потока  $\beta$ -частиц и по удельной активности они сопоставимы с природными геологическими породами вулканического происхождения: гранитами, лабрадоритами, габбро и др. Поэтому отходы угледобычи можно рекомендовать для дорожных работ, рекультивации промышленных площадок закрытых шахт и других целей, например, для засыпки горных карьеров.

Отходы угледобычи в качестве сырья для строительных материалов, таких как кирпич, шлакоблок, цемент, плитка, нежелательны из-за повышенного радиационного фона. Опасность радиоактивных строительных материалов в том, что исходящее от них излучение может значительно ухудшать экологию помещения и нанести вред здоровью человека.

## РАДИАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ПОРОДНОГО ОТВАЛА ШАХТЫ «ОРЕХОВСКАЯ»

*Грищенко М. Н.*

*Руководитель – доцент, к. т. н. Воробьев С. Г.*

ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. В. Даля», г. Луганск

При разработке угольных месторождений подземным способом наряду с добычей угля на поверхность из шахт выдается порода, получаемая при проведении подготовительных, а также очистных выработок. Периодически в отвалы направляются шлам и ил от очистки капитальных выработок и водосборников, а также порода от работ по восстановлению аварийных выработок. В отвалы шахт направляются также отходы обогащения. В настоящее время на значительной части ДНР и ЛНР под воздействием горного производства сформировались техногенные ландшафты. Они характеризуются не только формами рельефа, которые им придают различного типа породные отвалы, но и наложением на природные зоны геохимических, а и иногда геофизических аномалий. Для того чтобы дать достоверную оценку о состоянии окружающей среды, терриконов, необходимо провести радиационный мониторинг.

Цель работы – провести спектрометрическое исследование отвала шахты «Ореховская». Для достижения этой цели необходимо было решить следующие задачи: определить с помощью гамма-спектрометра спектральный состав  $\gamma$ -излучения образца породы шахты «Ореховская», и его удельную эффективную активность, сравнить полученные данные с нормами радиационной безопасности. Для решения поставленных задач был использован сцинтилляционный метод регистрации гамма-излучения. Чувствительным элементом детектора был кристалл йодистого натрия размером 63х63мм. Световые вспышки регистрировались фотоэлектронным умножителем типа ФЭУ-82, сигналы с которого подавались на многоканальный амплитудный анализатор, с которого в свою очередь передавались на персональный компьютер. Установленное на персональном компьютере программное обеспечение «РИТМ-С» производит накопление и обработку энергетических спектров источников излучений, вычисляет активность и удельную активность радионуклидов, а также удельную эффективную активность по активности естественных радионуклидов ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ) и цезия-137.

По результатам измерений можно сделать выводы, что удельная эффективная активность 312 Бк/кг образца породы отвала шахты «Ореховская» не превышает допустимое значение для стройматериалов, используемых в строительстве общественных и жилых объектов (I класс радиационных параметров), составляет 370 Бк/кг. Присутствие изотопа  $\text{Cs}^{137}$  в исследованных образцах не обнаружено. Превышение над гамма-фоном обусловлено содержанием в образцах  $\text{Ra}^{226}$ ,  $\text{Th}^{232}$ ,  $^{40}\text{K}^{40}$ . Таким образом, породу отвала шахты «Ореховской» можно использовать в строительных материалах.

## НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭФФЕКТЫ В ОПТИКЕ

*Мартынюк Н. А.*

*Руководитель – доцент, к. ф.-м. н. Харченко Е. И.*

ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. В.Далая», г.Луганск

Физические причины, приводящие к появлению нелинейных оптических эффектов, достаточно многообразны. К ним можно отнести:

- нелинейную рефракцию в оптически прозрачной среде;
- нелинейный характер рассеяния света в среде при больших интенсивностях светового поля;
- многофотонное поглощение интенсивного оптического излучения в веществе;
- генерацию высших гармоник при переизлучении световой волны; тепловые самовоздействия и др.

Нелинейные оптические эффекты можно разделить на два класса: параметрические (некогерентные) и собственно нелинейные.

К параметрическим (некогерентным) явлениям относят такие, в которых концентрация энергии излучения в ограниченных объемах среды приводит к нелинейности оптических свойств (параметров) этой среды.

К параметрическим явлениям относятся: электрооптический эффект, или эффект Погкельса; эффект Керра и ряд других.

К собственно нелинейным эффектам относят такие, которые обусловлены нелинейной поляризованностью среды под действием сильных световых полей и протекание которых существенным образом зависит от интенсивности падающего света. В собственно нелинейных эффектах, в свою очередь, можно выделить два типа эффектов.

К эффектам, обусловленным вещественной составляющей нелинейных восприимчивостей, относятся: эффекты генерации высших оптических гармоник, в частности, связанные с удвоением и утроением частоты света; самовоздействие интенсивного светового пучка в нелинейных материалах (например, явление самофокусировки); оптический пробой среды.

К эффектам, обусловленным мнимой составляющей нелинейных восприимчивостей, относятся: многофотонные процессы; вынужденное комбинационное рассеяние света, заключающееся в том, что интенсивное падающее излучение вызывает появление в оптической среде волны рассеянного стимулированного излучения на смещенных (комбинационных) частотах, характеристики которого имеют нелинейную зависимость от характеристик вынуждающего излучения; вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна, при котором мощное световое излучение возбуждает в среде когерентные колебания молекул по закону бегущей волны, при этом происходит рассеяние света на образовавшейся периодической структуре (сверхзвуковой волне).

## ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФРАКЦИИ

*Латышев Н. В.*

*Руководитель – доцент, к. ф.-м. н. Харченко Е. И.*

ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. В. Даля», г. Луганск

Дифракция света – в узком, но наиболее употребительном смысле – огибание лучами света границы непрозрачных тел, проникновение света в область геометрической тени.

В более общем смысле дифракцией называется совокупность явлений, наблюдаемых при распространении света в среде с резкими неоднородностями, размеры которых сравнимы с длиной волны, и связанных с отклонениями от законов геометрической оптики.

Между интерференцией и дифракцией нет существенных физических различий. Оба явления заключаются в перераспределении светового потока в результате суперпозиции волн.

Явление дифракции объясняется с помощью принципа Гюйгенса, согласно которому каждая точка, до которой доходит волна, служит центром вторичных волн, а огибающая этих волн задает положение волнового фронта в следующий момент времени.

Принцип Гюйгенса решает лишь задачу о направлении распространения волнового фронта, но не затрагивает вопроса об амплитуде и интенсивности волн, распространяющихся по разным направлениям.

Френель вложил в принцип Гюйгенса физический смысл, дополнив его идеей интерференции вторичных волн: все вторичные источники фронта волны, исходящей из одного источника, когерентны между собой; равные по площади участки волновой поверхности излучают равные интенсивности; каждый вторичный источник излучает свет преимущественно в направлении внешней нормали к волновой поверхности в этой точке.

Используя эти положения, Френель уже мог сделать количественные расчеты дифракционной картины. Кирхгоф разработал метод расчета дифракции света на преградах при помощи интеграла Кирхгофа.

Для исследования многих задач оптики широко применяется метод параболического или квазиоптического уравнения, ориентированный на описание параксиальных пучков излучения, то есть пучков с малым углом расходимости.

Представление решения в виде интегралов Френеля-Кирхгофа мало наглядно и поддается анализу лишь в простейших случаях. Поэтому целесообразно поставить численный эксперимент, позволяющий получить распределение интенсивности дифрагирующей волны не только в дальнем, но и в ближнем поле.

Решение таких задач для пучков, обладающих осевой симметрией, в частности, для пучка гауссова профиля, можно осуществить в какой-либо системе компьютерной математики, например, системе Mathematica.

## ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ УСИЛЕНИЕ В КВАДРАТИЧНОЙ СРЕДЕ

*Демин М. А.*

*Руководитель – доцент, к. ф.-м. н. Харченко Е. И.*

ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. В. Даля», г. Луганск

В ряде физических приложений требуются источники когерентного излучения, непрерывно перестраиваемые по частоте в широких пределах.

Говоря о генераторах когерентного света с плавной перестройкой частоты, можно выделить три типа лазеров.

К первому типу отнесем лазеры, в которых осуществляется целенаправленное изменение частоты рабочего перехода в результате внешних воздействий.

Ко второму типу относятся лазеры с широкой линией рабочего перехода. Перестройка частоты осуществляется в пределах этой линии. Для реализации перестройки внутрь резонатора лазера вводят спектрально-селективный элемент, например, дисперсионную призму или дифракционную решетку. Такой метод перестройки частоты применяют в лазерах на красителях и сжатых газах.

К третьему типу отнесем параметрические генераторы света (ПГС), в которых способом получения перестраиваемого по частоте излучения является параметрическая генерация.

Параметрические усилители и генераторы являются частными случаями генераторов разностной частоты. В процессе генерации разностной частоты фотон наибольшей частоты распадается на два фотона с меньшими частотами: энергия, черпаемая из пучка с большей частотой, распределяется между двумя пучками с меньшими частотами.

Следовательно, этот процесс можно использовать для усиления волн: слабый сигнал заставляют взаимодействовать с мощной волной накачки, имеющей более высокую частоту, тогда обе волны – возникающая в процессе взаимодействия волна разностной частоты (известная под названием «холостой волны») и первоначальный сигнал – усиливаются.

Если холостая волна и усиленный сигнал снова проходят, имея нужную фазу, через тот же самый нелинейный кристалл, то обе волны снова усиливаются. Более того, даже если только одна из волн повторно и в нужной фазе пропускается через кристалл, то в результате снова получается усиление обеих волн. Таким образом, усилитель может быть превращен в генератор путем введения соответствующей обратной связи (т. е. резонатора) либо для обеих волн, либо только для одной из них.

Одно из применений параметрических усилителей – усиление chirпированного импульса фемтосекундных лазеров. Параметрические усилители также часто используют в тех случаях, когда необходимо обеспечить высокий контраст рабочего импульса, поскольку они обладают очень малым собственным уровнем шума.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УРАВНЕНИЯ НОЛТИНГА-НЕППАЙРЕСА ДЛЯ ОПИСАНИЯ ДИНАМИКИ КАВИТАЦИОННОЙ ПОЛОСТИ ИНИЦИИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИМ ЭФФЕКТОМ

*Ефимочкин А. С.*

*Руководитель – старший преподаватель Каменев С. А.*

ГОУ ВО ЛНР «Луганский государственный университет им. В.Даля», г.Луганск

Электрогидравлический эффект проявляется при осуществлении импульсного электрического разряда внутри объема жидкости, находящейся в открытом или закрытом сосуде. Его сущность в возникновении сверхвысокого гидравлического давления, сопровождающегося комплексом физических и химических явлений.

Одним из явлений, сопровождающих электрогидравлический эффект, является кавитация пузырька парогазовой смеси (ПГС). В данной работе проведена оценка параметров динамики кавитационного пузырька, инициированного высоковольтным импульсным электрическим разрядом в воде.

Математическая модель построена на основании уравнения Нолтинга-Неппайреса с учетом отсутствия ультразвуковых волн, так как данное уравнение описывает изменение радиуса кавитационной полости в идеальной несжимаемой жидкости в поле ультразвуковой волны. Также в расчетной модели сделано предположение, что диффузия газа на границе пузырька отсутствует.

Так как в общем виде уравнение не решается, то расчеты проводились с помощью математического пакета программ «Mathcad». В данной работе, в качестве исходных данных, использованы экспериментальные данные для случая импульсного электрического разряда с энергией  $E_0=6$  Дж и длительностью  $\tau=3$  мкс в дистиллированной воде.

Графический результат численного моделирования динамики полости сверен с результатом расчетов по уравнению Келлера-Миксиса, выступившего в качестве эталона.

Сравнение указывает на основные недостатки выбранной модели:

- 1) динамика кавитационного пузырька не отображает уменьшение максимального радиуса пузырька с каждой последующей пульсацией;
- 2) не наблюдается предполагаемого уменьшения периода пульсации.

К основным достоинствам выбранной модели (на основании уравнения Нолтинга-Неппайреса) можно отнести хорошее совпадение максимального размера пузырька (~95%) и длительности первой пульсации (~83%) с эталонными результатами.

Таким образом, дифференциальное уравнение на основании уравнения Нолтинга-Неппайреса в достаточном приближении хорошо описывает динамику стенок кавитационного пузырька при первой пульсации, однако, для моделирования динамики последующих пульсаций, очевидно, необходимо учитывать сжимаемость, вязкость и поверхностное натяжение жидкости, а также теплообмен и диффузию газа на границе пузырька.

## БЕЗГРАНИЧНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НАУКИ

*Запорожец А. В.*

*Руководитель – старший преподаватель Малащенко Т. И.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Физика – основная наука о природе и основа научно-технического прогресса. Техническое использование достижений современной физики дает истине удивительные результаты.

Канадцы показали необычную выставку. В галерее современного искусства выставлен десяток совершенно пустых полотен. Авторы работ – канадские художники. Они всего лишь попытались воспроизвести в небольшом зале общемировую тенденцию.

Чтобы увидеть скрытое в глубине картин искусство, достаточно сделать фотографию любой цифровой камерой, и вот уже мы видим прекрасное изображение, причём подвижное. Секрет в инфракрасных светодиодах, спрятанных под тканью картины. Их свет не виден человеческому глазу, но фиксируется фотокамерой.

Японцы создали 200-дюймовый 3D-дисплей без очков. Сразу несколько зрителей могут увидеть на экране чёткое трёхмерное изображение. При этом каждому человеку, стоит ли он слева, справа или по центру, предметы демонстрируются под правильным ракурсом. И это изображение не теряет объёмности и точности даже при движении пользователя из стороны в сторону.

Совсем недавно в Стране восходящего солнца был создан первый «безочковый» 3D-телевизор, а также крупнейший в мире стереоскопический дисплей, не требующий для очков просмотра и ставший результатом сотрудничества Национального института информационных и коммуникационных технологий (NICT) и холдинга JVC Kenwood.

Инженеры обучили робота невербальной коммуникации. Американские исследователи решили, что для тесного сотрудничества людей и роботов последним необходимо, с одной стороны, двигаться в манере, больше напоминающей естественную и более понятную человеку, а с другой – распознавать язык тела, чтобы автоматически подстраиваться под ситуацию.

Экспериментаторы просили испытуемых воспроизвести движения робота, составленные при помощи нового алгоритма. Они пришли к выводу, что, чем ближе действия машины были к жестам человека, тем проще было подопытным копировать заданные движения. В будущем авторы исследования хотят научить робота выполнять одни и те же задания каждый раз немного иначе, чтобы ещё сильнее приблизиться к нелинейной человеческой динамике.

Поистине безграничные возможности открывают перед нами новейшие лазерные технологии. Возможности современных лазеров поражают воображение и превосходят самые смелые гипотезы фантастов. Нет сейчас такой сферы человеческой деятельности, в которой не использовались бы лазерные технологии. Поистине мы живём в такую эпоху, когда технический прогресс делает фантастику повседневностью.

## ПОЛУЧЕНИЕ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ В СПЛАВАХ ТИТАНА

*Туча Н. Г.*

*Руководитель – профессор, к. т. н. Волков А. Ф.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Нанокристаллические (НК) металлы и сплавы в настоящее время являются объектом пристального исследования, так как физические и механические свойства часто определяются размером зёрен и нанокристаллической структурой. Наиболее распространёнными методами получения нанокристаллической структуры в металлах и сплавах являются методы интенсивной пластической деформации (ИПД) при температурах  $0,2-0,5T_{пл}$ . В работе обсуждаются наиболее распространённые методы схемы ИПД.

На примере титановых сплавов, подвергнутых обратимому водородному легированию, показана роль фазовых превращений в формировании НК структуры. Водород является одним из легирующих элементов, который может быть введёт в металл или сплав без изменения его агрегатного состояния при известных температурах и давлении. Введение и удаление водорода сопровождается не только изменением химического состава материала, но и изменением его фазового состава. Управление фазовыми превращениями, которые происходят в сплавах, лежат в основе многих классических схем термической и деформационной обработки, предназначенных для повышения комплекса эксплуатационных свойств металлических материалов.

Представлены результаты исследования, проведённого на технически чистом титане ВТ1-0. В исходном состоянии материал имел крупнозернистую пластинчатую микроструктуру. Обработка материала включала следующие процессы: а) легирование сплава водородом из газовой фазы; б) термическую обработку; в) изотермическую деформацию по схеме одноосного сжатия; г) вакуумный отжиг для удаления водорода. Содержание водорода в сплаве варьировалось от 0,1 до 27 ат.%. Это позволяло оценить влияние водорода на структурные изменения при термической и деформационной обработке.

Нанокристаллическая структура в наводороженном титане формируется при температурах при  $350-400^{\circ}\text{C}$ . При содержании водорода 5 ат.% размер зёрен составляет около 230 нм, а при 16 ат.% – 120 нм. Методами просвечивающей электронной микроскопии показано, что гидриды в НК сплаве имеют глобулярную форму и размеры около 50 нм.

Механические свойства сплава исследовали при комнатной температуре. Испытания на растяжение показали, что прочность НК наводороженного титана достигает 915 МПа. Испытания на ударный изгиб показали, что чувствительность к водородной хрупкости НК титана существенно ниже, чем крупнокристаллического с тем же содержанием водорода. На основе полученных результатов сделан вывод о том, что выделение равноосных НК гидридов снижает опасность гидридного разрушения.



## КАК ФОТОГРАФИРОВАТЬ АВТОМОБИЛИ

*Соболев И. Н.*

*Руководитель – доцент, к. х. н. Соболев О. В.*

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства  
и архитектуры», г. Макеевка

Раллийному специалисту по фотографированию автомобильных гонок необходимо брать в расчет множество факторов, которые могут повлиять на качество фотографии.

К этим факторам относятся и погодные условия, и особенности дизайна каждого автомобиля (тип и форма кузова автомобиля, цвет краски, расположение штамповок и др.) и множество других не менее важных факторов. Кроме этого раллийный фотограф кроме фотографии автомобилей в обычных условиях, осуществляет также и фотографирование автомобилей находящихся непосредственно в гонке.

Очень часто для повышения качества работы раллийных фотографов многие автомобильные компании проводят специальные мастер-классы по съемке. Так автомобильная компания «Мазда» периодически проводит разнообразные тренинги. Специалисты, проводящие мастер класс разделяют все обучение на два элемента. Как водится это теория и практические занятия.

В теоретической части чаще всего упор делается на принципы и технику осуществления съемки автомобилей в статичном и динамичном положении. Стоит отметить, что при съемке автомобилей зачастую большую роль играет именно объектив фотокамеры, при этом функциональные возможности фотокамеры зачастую отходят на второй план.

Только благодаря оптике при раллийной съемке вы сможете получить размытый фон и резкий автомобиль или другой эффект при съемке можно получить только играя с настройками и типом объектива, но никак не используя функционал камеры. Без использования штатива вы не сможете получить нормального качества снимки статичных автомобилей.

Кроме того не менее важную роль играет искусственное освещение, а так же места будущей съемки. Важный этап – найти подходящий ракурс и точку с которой вы будете снимать. При выборе старайтесь включить в кадр не только кадр с автомобилем, но и задний кадр. При этом не забывайте следить за солнцем и направлением лучей.

Кроме того, если вы решили фотографировать ралли стоит отметить, что принципы для этих фотографий практически ничем не отличаются от стандартных фотографий, они также подчиняются всем принципам композиции и золотого сечения. Для передачи динамичности старайтесь использовать более длительные выдержки.

Второй этап – практика. На данном этапе вы сможете самостоятельно произвести фотографирование, находясь на трассе ралли.

## ВРЕДНЫЕ ВЫБРОСЫ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

*Порленко М. А.*

*Руководитель – доцент, к. х. н. Соболев О. В.*

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства  
и архитектуры», г. Макеевка

На протяжении последних десятилетий сложно найти более животрепещущую тему, чем вред от выхлопов автомобильных двигателей внутреннего сгорания.

На этом фоне электромобили, которые «ничего не сжигают», а следовательно, и не должны выбрасывать ничего в атмосферу, выглядят просто идеально. Однако, есть другие выбросы, которые производят электромобили.

В 2013 году в Хертфордширском университете было проведено исследование. Для эксперимента выбрали достаточно загруженный автомобильный туннель, пропускающий до 50 тыс. автомобилей в сутки. В нём установили детекторы, определяющие объёмы твёрдых частиц, образующихся в результате проезда автомобилей. Источниками твёрдых выбросов являются шины и тормозная система, а также фрагменты битумного покрытия туннеля, в целом – до 50 микрограмм на каждый автомобиль.

Это означает, что лишь треть выбросов в виде газовых соединений производят двигатели автомобилей, а остальное – те самые «твёрдые отходы», которые приводят к росту количества заболеваний астмой, всевозможным проявлениям аллергических реакций, сердечным приступам и др.

Казалось бы, при чём здесь электромобили, если твёрдые частицы выбрасываются всеми типами авто? Дело в том, что масса выбросов твёрдых частиц напрямую зависит от массы автомобиля. Чем тяжелее техника, тем больше нагрузка на дорожное полотно, тем больше усилий нужно для разгона или торможения.

По статистике, вес электромобиля в среднем на 25% превышает вес аналогичного авто с ДВС: Tesla Model S – 2,1 т, BMW 7 Series – 1,7 т; Nissan Leaf – 1,5 т, Volkswagen Golf – 1,2 т.

Причина большой массы электрокаров – вес аккумуляторов. Электромобили буквально напичканы ими, иначе не получится обеспечить дальность пути на одном заряде.

В результате получается следующая картина:

- твёрдые выбросы от износа шин – на 1,5% выше аналогичных у автомобилей с ДВС;
- твёрдые выбросы от износа тормозов – на 2% выше аналогичных у автомобилей с ДВС;
- твёрдые выбросы от износа дорожного покрытия – на 10% выше аналогичных у автомобилей с ДВС.

## ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ

*Кугель Е. С.*

*Руководитель – доцент, к. х. н. Соболев О. В.*

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства  
и архитектуры», г. Макеевка

На основании данных анализа зернового состава грунта может быть дана оценка пород в качестве материала для бетона, земляных плотин, дамб и др.

Для определения зернового состава применяются следующие виды анализа: механический анализ производят путем разделения пород на ряд фракций, которые отличаются диаметром частиц. После разделения на фракции определяют процентное содержание частиц каждой фракции в исследуемой породе; ситовый анализ заключается в просеивании частиц через набор сит с отверстиями различного диаметра. Этот способ служит для анализа песков; метод Сабанина, основанный на принципе разделения фракций по скорости падения частиц, взвешенных в спокойной жидкости, служит для определения глинистых и пылеватых песчаных пород.

Плотность частиц грунта – отношение массы сухого грунта к объему твердой части этого грунта. Плотность частиц грунта у горных пород изменяется в пределах от 2,6 до 2,75 г/см<sup>3</sup> и для каждой группы пород определяется только ее минералогическим составом. Величина плотности зависит от минералогического состава, влажности, пористости и т.д.

Влажность породы – отношение массы воды, содержащейся в порах, к массе сухой породы. Влажность породы является очень важной характеристикой физического состояния породы, определяющей ее прочность и другие свойства при использовании в инженерных целях.

Пластичность – способность породы изменять под действием внешних сил свою форму, т. е. деформироваться без разрыва сплошности и сохранять полученную форму, когда действие внешней силы прекратилось.

Набухание – способность глинистых пород при насыщении водой увеличивать свой объем. Набухание учитывают при строительных работах. Явление набухания породы наблюдается в котлованах, выемках, а также при строительстве плотин и водохранилищ, когда изменяются гидрогеологические условия района сооружений и увеличивается влажность пород за счет вновь поступающей воды.

Размокание – способность глинистых пород в соприкосновении со стоячей водой терять связность и разрушаться – превращаться в рыхлую массу с частичной или полной потерей несущей способности.

Сцепление (сопротивление грунтов сдвигу) – важнейшее прочностное свойство. Под действием некоторой внешней нагрузки в определенных зонах грунта связи между частицами разрушаются, и происходит смещение одних частиц относительно других – грунт приобретает способность неограниченно деформироваться под данной нагрузкой. Разрушение грунта происходит в виде перемещения одной части массива относительно другой.

## НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЗРЫВОВ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ

*Ленькова И. А.*

*Руководитель – ассистент Щеголева Т. А.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Изобретений, в том числе уже внедренных на предприятиях угольной промышленности, достаточно много, но все они должны основываться на одном основополагающем для их эффективности принципе – метановоздушная смесь или угольная пыль должны быть обнаружены на как можно ранней стадии своего появления в зоне контроля.

В настоящее время все методологические подходы в области предупреждения на шахтных предприятиях взрывов опасных смесей метана и воздуха, а также пыли, подразделяются на две части. К первой имеют отношения технологии, чья задача подавить взрыв и свести его последствия к минимуму. Сегодня в отрасли достаточно широко используется технология АСВП-ЛВ. Донецкими разработчиками был создан аппарат – так называемый «ствольный взрывоподаватель». Его эффективность высоко оценивают, так как он включает в себя реакцию на множество возможных параметров. Он работает в автоматическом режиме, система подавления взрыва которого включается за десятую долю секунды до его потенциального происшествия. Кроме того, в этой технологии грамотно составлена структура ингибирующего подавляющего порошка. Но основная функция механизма направлена на предотвращение и локализацию взрыва.

Ко второй части относятся технологии, задача которых предупредить взрыв, а не ослабить его последствия. Отечественные разработки в этом направлении уже появились на рынке. С появлением опасности включается сигнальное устройство и срабатывают датчики, запускающие механизм появления ингибитора, основной функцией которого является формирование среды, не способствующей взрыву на контролируемом участке шахты. Так, одна из них разработана сибирскими учеными. В технологии используются элементы тушения пожара специальным порошком. Эффективность этой технологии в том, что порошок, по сути, останавливает реакцию окисления метанового газа, что исключает вероятность взрыва. Данная технология по предупреждению взрывов на шахтах смесей метана, воздуха и пыли, хорошо зарекомендовавшая себя на экспериментальных испытаниях, была запатентована в 2012 году и успешно применяется на предприятиях угольной промышленности.

Учеными Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева (КузГТУ) создана автоматизированная система пылеподавления для предприятий угольной промышленности. По словам авторов, разработка не только поможет избежать взрывов на шахтах, но и снизить экологическую нагрузку от угледобычи. Разработчики должны постоянно отслеживать все нововведения в этой области.

## ФИЗИКИ ДОКАЗАЛИ СУЩЕСТВОВАНИЕ ЭНИОНОВ

*Скубченко Н. В.*

*Руководитель – доцент, к. ф.-м. н. Глухова Ж. Л.*

ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, г. Донецк

Наноразмерный интерферометр, сверхнизкая температура и мощное магнитное поле позволили ученым наблюдать необычные квазичастицы – энионы. Существование этих частиц, не подчиняющихся правилам квантовой статистики, было предсказано американским физиком-теоретиком и будущим нобелевским лауреатом Фрэнком Вилчеком. Он назвал их «энионами» (anyons, от англ. «any» – любой, и окончания элементарных частиц «on» – proton, electron).

До того, как были открыты энионы, элементарные частицы и квазичастицы делили на две большие группы: фермионы и бозоны. К первым, относятся носители электрического заряда – электроны, а ко вторым – фотоны. У фермионов и бозонов есть ряд фундаментальных отличий: фермионы имеют полуцелый спин, а бозоны – только целочисленный; у фермионов есть античастицы, а у бозонов их нет; принцип запрета Паули применим только к фермионам.

В 1977 году группа физиков-теоретиков из университета Осло доказала, что традиционное деление частиц на фермионы и бозоны не применимо к теоретическим частицам, существующим в двух измерениях. Энионы являют собой обобщение бозонов и фермионов и не могут быть четко отнесены к одной из групп. Они обладают характеристиками, которых нет у других частиц: например, могут иметь дробный заряд и дробные квантовые статистики, которые сохраняют «память» о взаимодействиях с другими квазичастицам. Необычные свойства объясняются тем, что энионы существуют только как коллективные возбуждения электронов при особых условиях.

Впервые экспериментально существование энионов было подтверждено в 2005 году физиками университета Стоуни-Брук (США, Нью-Йорк). Инженерам удалось создать условия, при которых электроны двигались по особому лабиринту, реализованному в наноразмерном интерферометре из арсенида галлия и арсенида алюминия-галлия. Таким образом, движение частиц было ограничено двумерным пространством. При этом на данный лабиринт оказывало воздействие сильное магнитное поле индукцией 9 Тл и охлаждение до 10 милликельвинов. Электрическое сопротивление интерферометра создало интерференционную картину, которую исследователи назвали «пижамной диаграммой». Скачки интерференционной картины были признаком присутствия энионов.

Следующим шагом в изучении энионов будет создание более сложных интерферометров. Учённые планируют контролировать расположение и количество квазичастиц в камере. Таким образом, они смогут изменять количество квазичастиц внутри интерферометра по запросу и менять интерференционную картину по своему усмотрению. Несмотря на сложность и неинтуитивность подобных работ, это очень многообещающее направление: энионы могут использоваться в топологических квантовых компьютерах для непревзойденно надежной квантовой памяти.

## СОВРЕМЕННЫЙ МИР КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ

*Мельник О. В.*

*Руководитель – старший преподаватель Савченко Е. В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Квантовая физика в последнее время набирает большую популярность, примером тому может служить создание квантовых компьютеров, основанных на кубитах.

Для того, чтобы понимать необходимость квантовой физики, необходимо разобрать ее основные концепции.

Корпускулярно-волновой дуализм – свойство, присущее элементарным частицам, в частности, свету, когда он может быть, как частицей, так и волной.

Из опыта Юнга с двумя щелями известно, что при пропускании двух электронов возникает две полосы на экране, но в случае детектирования положения частицы мы замечаем интерференционную картину, следовательно, обнаруживаем проявление волновых свойств у электрона. Это связано с фактом самого измерения частицы. Любое измерение может изменять свойства частиц: например, если мы попытаемся измерить давление в шинах, то часть воздуха выйдет, а значит снизится давление. Результатом измерения стало изменение показателей давления, но это значение совсем маленькое и им можно пренебречь. В случае микромира такие измерения могут полностью изменять поведение частиц, в чем мы уже и убедились.

Из основных концепций квантового мира существует принцип неопределенности Гейзенберга, который выражается следующей формулой:  $\Delta x \cdot \Delta p \geq \hbar$ .

Принцип неопределенности, впервые представленный Вернером Гейзенбергом в конце 1920-х годов, является фундаментальной концепцией квантовой механики. В квантовом мире частицы, такие как электроны, которые приводят в действие все электрические продукты, также могут вести себя как волны. Согласно этому принципу нельзя измерить одновременно положение и скорость (импульс) частицы, чем более точно мы знаем скорость, тем менее точно нам известен импульс, и наоборот.

Последние исследования показывают, что принцип неопределенности может быть нарушен на небольших расстояниях в определенные моменты. На самом деле, как показывают наблюдения, скорость частиц меняется не сразу, а через некоторое время после того, как они покинули щели. Эти эффекты наблюдались на расстоянии в пять метров от установки. При этом, что интересно, поведение частиц, по словам ученых, хорошо описывается и полностью укладывается в одну из альтернативных интерпретаций квантовой физики, теорию де Бройля-Бома. Она постулирует, что частицы движутся по четко заданным траекториям, подмножество которых задает так называемая "функция-пилот", представляющей собой еще одну волновую функцию.

Эти исследования могут помочь в развитии современной физики и усовершенствовании технологий, использующих механизмы квантовой механики.

## МИКРОВОЛНЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЧЕЛОВЕКА

*Волычева Е. В.*

*Руководитель – доцент, к. п. н. Логинова Е. Н.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Электромагнитные волны были предсказаны теоретически английским физиком Джеймсом Кларком Максвеллом (впервые в 1862 г. в работе «О физических силовых линиях», однако подробное описание теории датируется 1867 г.). Экспериментально же электромагнитные волны были впервые обнаружены немецким физиком Генрихом Герцем в 1887 г. Микроволновое излучение (микроволны) – область спектра электромагнитного излучения с длинами волн от одного метра до одного миллиметра, соответствующими частотам от 300 МГц и до 300 ГГц соответственно.

Микроволны широко используются в современных технологиях, например, в линиях связи точка-точка, беспроводных сетях, микроволновых радиорелейных сетях, радарх, спутниковой и космической связи, медицинской диатермии и лечении рака, дистанционном зондировании Земли, радиоастрономии и т.д. Также микроволновая терапия находит широкое применение в медицине.

Существуют определенные допустимые нормы и правила для воздействия излучения СВЧ-диапазона, несоблюдение которых может приводить к патологическим изменениям в организме человека. Экспериментально доказано, что наиболее высокой чувствительностью к воздействию микроволн обладает наша нервная система.

Под воздействием СВЧ-излучения на организм человека происходит частичное поглощение энергии тканями (особенно с большим содержанием воды: кровь, межклеточная жидкость, слизистая желудочно-кишечного тракта и в большей степени желудка, хрусталика глаза и т.д.). Длительное и систематическое воздействие излучения вызывает у человека головную боль, утомляемость, чувство сонливости, нарушение или отсутствие сна, боли в области сердца и повышение артериального давления.

Для существенного уменьшения патогенного воздействия СВЧ-излучения разработаны специальные средства и меры защиты от излучения, к ним относятся: уменьшение излучения непосредственно от самого источника, экранирование, применение индивидуальных средств защиты, ограничение дозы облучения.

Электромагнитное излучение и микроволны, в частности, безусловно, имеют очень большое значение в жизни человека. Большинство предметов быта и труда работают на том или ином виде электромагнитного излучения, что значительно упрощает каждодневную рутину. Однако, не стоит забывать о разрушающем воздействии микроволн на организм человека.

## РОССИЙСКИЕ КВАНТОВЫЕ ИННОВАЦИИ

*Качамина А. В.*

*Руководитель – старший преподаватель Таращ В. Н.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

В существующих вычислительных устройствах информацию передают электроны. Ученые считают, что если заменить их на фотоны – кванты света, и кодировать их квантовой информацией, то передавать данные можно будет буквально со скоростью света.

Для этого фотоны необходимо заставить взаимодействовать между собой и менять свое состояние в результате такого взаимодействия. Сделать это довольно сложно, однако группе учёных из Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», Российского квантового центра, Физико-технического института имени Иоффе (Санкт-Петербург) и германского Технологического института Карлсруэ это удалось. Специалисты впервые продемонстрировали возможность эффективного взаимодействия между фотонами с использованием цепочки сверхпроводящих кубитов – квантовых аналогов битов в компьютерной памяти, в волноводе. Вследствие этого квантовые компьютеры на фотонах работают по вероятностным принципам, что делает их не вполне универсальными.

В НИТУ «МИСиС» с 2016 года ученые ведут разработку квантового компьютера в рамках проекта Фонда перспективных исследований.

В основе квантового компьютера лежит идея использования явлений квантовой механики для обработки данных. Такие компьютеры отличаются от классических вычислительных устройств тем, что они оперируют не битами (единица информации, способная принимать только два значения), а кубитами, которые могут одновременно иметь оба значения.

В НИТУ «МИСиС» запустили вычислительное устройство на двух кубитах, ставшее первым в России прототипом квантового компьютера. Прототип квантового компьютера построен на сверхпроводящих материалах. Кубиты размером 300 микрон, созданные из алюминия, обладают рядом преимуществ в сравнении с аналоговыми кубитами на отдельных атомах (например, их можно выстраивать нелинейно). В ходе первого эксперимента на прототипе квантового компьютера был решён квантовый алгоритм Гровера.

В теории такие устройства должны значительно превосходить обычные компьютеры по скорости выполнения некоторых алгоритмов. Полноценный квантовый компьютер ещё не сконструирован, однако в мире реализуется несколько экспериментальных проектов с прототипами таких устройств.

Российские физики обновили мировой рекорд в эффективности систем квантовой криптографии. Разработан новый, более устойчивый к внешним воздействиям алгоритм коррекции ошибок, благодаря которому устройства для квантового распределения ключей могут работать стабильно не только в идеальных лабораторных условиях, но и в городских линиях связи.



## КРИОТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОТЛИВОК ПО ЛЕДЯНЫМ МОДЕЛЯМ

*Апалинский Н. А.*

*Руководитель – доцент, к. т. н. Гольцова М. В.*

Белорусский национальный технический университет, г. Минск,  
Республика Беларусь

Доля литых деталей в автомобилях, сельскохозяйственной и военной технике составляет 40-50%, а в металлорежущих станках и кузнечнопрессовом оборудовании доходит до 80% массы и до 20% стоимости изделия. Литейное производство экологически небезопасно: при производстве 1 т отливок из чугуна и стали выделяется около 50 кг пыли, 250 кг окиси углерода, 1,5-2,0 кг окиси серы, 1 кг окиси углеводородов и образуется до 5 т твёрдых отходов. Особенно экологически небезопасны процессы с использованием синтетических смол и других органических связующих, поскольку именно они обеспечивают до 70% загрязнений природной среды от литейных цехов.

Применение инновационной криотехнологии в песчаных формах позволяет создать малоотходные и безотходные процессы. Агрегатные переходы воды (из жидкого в твердое – при замораживании модели, опять в жидкое – при таянии модели и впитывания жидкости в песок для освобождения полости формы, а затем испарение – при сушке увлажненной формы) в какой-то мере подобно кругообороту воды в природе.

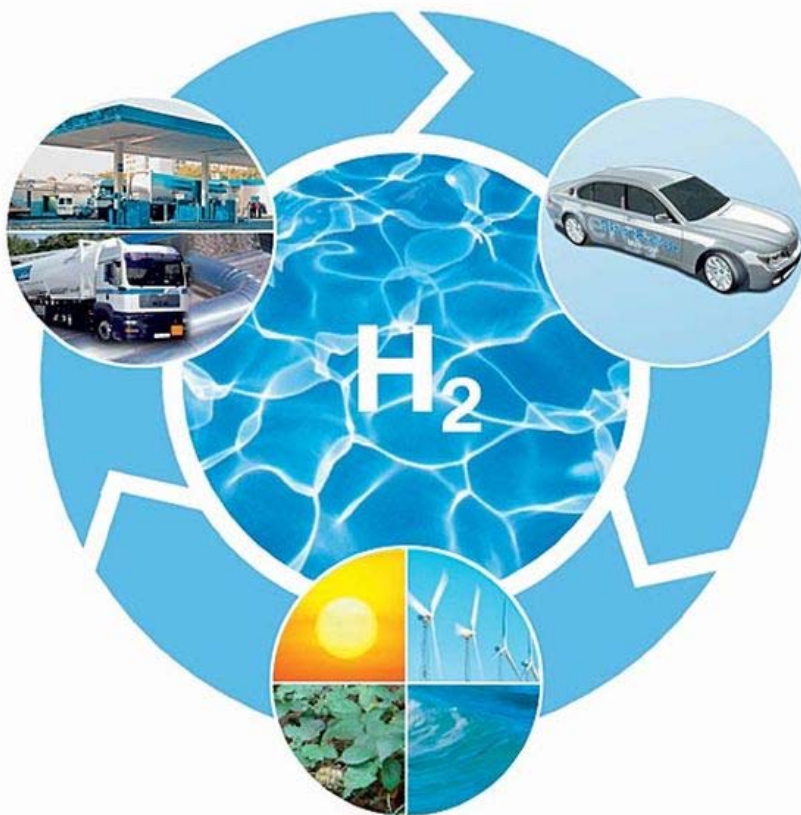
Если ледяные модели упакованы в пленку, так, что вода не попадает в песок формы, то эти модели могут использоваться повторно, так же, как и песок. Такая технология относится к криовакуумным процессам, в которых сухой песок формы (без связующего) упрочняется под воздействием вакуума при подключении литейных форм трубопроводами к вакуум-насосу.

Экологические преимущества литья по ледяным моделям очевидны при замене ими традиционно применяемых парафино-стеариновых моделей (способ ЛВМ) или газифицируемых (выжигаемых) расплавом металла моделей из пенополистирола при заливке литейной формы (способ ЛГМ).

Замораживают модели при температурах не ниже минус 15-18°C (для ускорения последующего таяния их в форме), для этого достаточно бытовой морозильной камеры. Эта технология очень удобна и для обучения студентов. Образование поликристаллической структуры прозрачной модели, формовка в сухом песке, удаление модели, извлечение из сухого наполнителя и сушка оболочки охватывают почти все процессы модельно-формовочной тематики (с рядом фазовых переходов), процессами тепло-массопереноса и поверхностными явлениями.

Однако самое интересное, что ледяные модели можно отпечатать на 3D-принтере! Это гарантирует им высочайшую точность соответствия будущей отливке.

*Секция 4*  
**«ВОДОРОДНЫЙ КЛУБ»**



**ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА  
АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА**



*Атом должен быть  
рабочим, а не солдатом.*

*КУРЧАТОВ Игорь Васильевич*

## РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ ВОДОРОДНОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ

*Волков А. Ф.*

*Председатель Оргкомитета ИСОФ-2022*

*руководитель ПЛВМ-ВТ, зав. каф. физики, профессор, к. т. н., доцент  
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк*

В 1977 г. решением Государственного комитета по науке и технике СССР на базе кафедры физики была создана Проблемная научно-исследовательская лаборатория взаимодействия водорода с металлами и водородных технологий (ПЛВМ-ВТ), руководителем которой был назначен профессор В. А. Гольцов. Кафедра физики и ПЛВМ-ВТ все эти годы работали как единый научно-исследовательский коллектив. Сформировавшаяся научная школа профессора В. А. Гольцова разрабатывает фундаментальную физическую проблему «Научные законы взаимодействия водорода с металлами и их применение в современной технике: термоядерный синтез получения энергии, полупроводниковая техника, новые водородоопасные технологии для получения, хранения, транспортировки и использования водорода и т. д.».

В середине 1970-х были обнаружены новые фундаментальные явления в сплавах металл – водород. Экспериментальное изучение этих явлений опирается на великое открытие русского инженера и учёного Д. К. Чернова (полиморфизм металлов) и продолжается в течение более 40 лет. Было установлено ранее неизвестное явление управляемого перехода металлов и сплавов в высокопрочные структурные состояния с особыми физическими свойствами, обусловленное воздействием на металл водорода и индуцированных им фазовых превращений, протекающих с развитием внутренней пластической деформации (из-за разности удельных объёмов фаз и её зависимости от воздействия водорода) и при активном взаимодействии растворённого водорода, формирующихся водородосодержащих фаз и генерируемых дефектов кристаллического строения (явление ВФН). Именно развитие гидридных превращений, т. е. собственно процесс осуществления фазовых переходов, – непременная предпосылка реализации ВФН, лежащая в основе его управляемости. При этом наличие гидридной фазы в конечной водородофазонаклёпанной структуре *не есть* обязательное условие и отличительный признак явления – конечная упрочнённая структура может, как содержать гидридные фазы (полифазонаклёпанное состояние), так и не содержать их (монофазонаклёпанное состояние).

Водородофазовый наклёп вызывает регулируемое и весьма сильное упрочнение металлов. Отожжённый палладий имеет относительно невысокие механические свойства:  $\sigma_B = 180 - 200$  МПа;  $\sigma_{0,2} = 50 - 100$  МПа и  $\delta = 20 - 25\%$ . Водородофазовый наклёп при термоциклической обработке в атмосфере водорода в интервале температур  $20 \leftrightarrow 250^\circ\text{C}$  с последующей *полной дегазацией проволочных образцов* позволяет в 2 – 4 раза упрочнить палладий (рост  $\sigma_B$  и  $\sigma_{0,2}$ ) при одновременном нормальном уменьшении пластичности ( $\delta$ ). Аналогичные ре-

зультаты были получены на сплаве PdAg15In1.5Y0.2, который используется в диффузионных фильтрах для получения особо чистого водорода. Итак, упрочнение при ВФН по величине и характеру вполне сопоставимо с упрочнением при пластической деформации.

На основе явления ВФН была разработана новая область физического материаловедения «Водородная обработка материалов» (ВОМ), цель которой – улучшение структуры и свойств материалов для водородной энергетики и современной техники. Основные достижения ВОМ были обобщены в коллективной монографии на английском языке, написанной учёными ДонНТУ и учёными из 10 стран мира. Эта первая книга о новой области науки в настоящее время используется учёными в 33 странах мира.

ВФН позволил создать ряд специальных сплавов и разработать методы их подготовки к использованию в диффузионных фильтрах для получения особо чистого водорода из водородосодержащих газовых смесей, которые защищены 13-ю Авторскими Свидетельствами СССР и 3-мя иностранными патентами. Научно-технологическая разработка «Водородная мембранная технология» получила Золотую медаль Лейпцигской ярмарки.



Золотая медаль Лейпцигской ярмарки за экспонат  
**«Водородная мембранная технология»**

Дальнейшая разработка ВОМ наметила основные направления научной деятельности ПЛВМ-ВТ. Это не только фундаментальные исследования взаимодействия водорода с металлами, но и аналитическое исследование развития водородной энергетики в мире. В рамках этой тематики была открыта кафедральная научно-исследовательская тема «Аналитическое исследование становления водородной энергетики в развивающихся странах и перспективы использования водородных технологий в Донбассе». Особое внимание в работе ПЛВМ-ВТ уделено возможным перспективам перехода энергообеспечения нашего региона на водородную энергетику.

## ЭНЕРГЕТИКА НОВОГО ВЕКА

*Лисиченко Е. Т.*

*Руководитель – старший преподаватель Малащенко Т. И.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Водород является самым распространенным химическим веществом во Вселенной. Он может производиться в виде газа или жидкости или входить в состав других материалов и имеет множество применений, таких как топливо для транспорта или отопления, способ хранения электроэнергии или сырье для промышленных процессов.

Стоящие перед человечеством экологические проблемы побуждают людей сокращать выбросы двуокиси углерода в атмосферу Земли. К тому же запасы углеводородов на нашей планете весьма ограничены, а добыча их становится всё более сложной, поэтому получение энергии из возобновляемых источников становится всё более актуальной задачей. Водород обеспечивает высококачественное тепло, помогая удовлетворить ряд потребностей в энергии, которые было бы трудно удовлетворить с помощью прямой электрификации. Это может сделать водород весьма важным звеном в преобразовании глобальной энергетической системы.

Энергию водорода можно хранить в виде газа и даже доставлять по существующим газопроводам. При преобразовании в жидкость или другой подходящий материал водород также можно перевозить на грузовиках и кораблях. Это означает, что водород также можно экспортировать за границу, что фактически делает его продаваемым энергетическим товаром.

Водородная энергетика имеет ряд преимуществ. Например, водород можно производить из разнообразных внутренних ресурсов с потенциалом практически нулевых выбросов парниковых газов. После производства водород вырабатывает электроэнергию в топливном элементе, выделяя только водяной пар и теплый воздух. В настоящее время существуют три основные сферы использования водорода: промышленность, обогрев зданий и транспорт.

В долгосрочной перспективе водород может стать ключевым элементом системы полностью возобновляемой энергетике. По мере развития технологий фактическое масштабирование должно привести к значительному сокращению затрат. Водород из возобновляемых источников энергии может стать ключевым фактором перехода к новой энергетике, решая различные критические энергетические проблемы.

Однако вместе с ними существуют и определенные трудности в его добыче. На данный момент известны несколько способов получения водорода. Среди них: химический, электролиз воды, термохимический. Самым эффективным с точки зрения объёма полученного водорода на единицу затраченной энергии считается метод паровой конверсии природного газа.

Хотя не все проблемы использования водорода уже решены, тем не менее, нет сомнений, что водородная энергетика – это энергетика нового века.

## **ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ЧТО ЭТО ТАКОЕ И ПОЧЕМУ ЗА НЕЙ БУДУЩЕЕ?**

*Майданиченко И. С.*

*Руководитель – магистрант Заикина А. Г.*

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства  
и архитектуры», г. Макеевка

Водород – идеальный источник энергии и экологически приемлемое топливо. Водород рассматривался как массовое альтернативное топливо еще в начале 1990-х (Energy Policy Act of 1992). В июне 2003 года США и ЕС договорились о сотрудничестве с целью ускоренного развития водородной экономики. Со второй половины 2010-х гг., водородную энергетику начинают рассматривать в качестве одного из возможных ключевых направлений трансформирования мировой энергосистемы.

Несмотря на большие запасы энергетического сырья, переход на новый вид энергетики актуален и для России. Водородная энергетика – направление выработки и потребление энергии человеком, основанное на использовании водорода в качестве средства для аккумулирования, транспортировки и потребления энергии людьми, транспортной инфраструктурой и различными производственными направлениями. Водород выбран как наиболее распространенный элемент на поверхности земли и в космосе, теплота сгорания водорода наиболее высока, а продуктом сгорания в кислороде является вода. Водородная энергетика как научно-техническое направление, охватывающее проблемы получения, хранения, транспортировки и использования водорода, сформировалась и успешно развивалась на протяжении последующих десятилетий в русле мировых тенденций. При этом был реализован ряд уникальных отечественных разработок, не имеющих аналогов в мире. В современной России технологии водородной энергетики становятся крайне востребованными в связи с ренессансом атомно-водородной энергетики (основой которого является производство водорода с использованием энергии АЭС) и бурным развитием возобновляемой энергетики (требующей высокоэффективных систем хранения энергии).

Наблюдается устойчивая тенденция к переходу от углеводородной энергетики к экологически чистой водородной энергетике, в рамках которой водород становится неотъемлемой частью развития современного общества. Применение наноматериалов и нано-технологий является инновационной составляющей технологий водородной энергетики и открывает перспективы их широкомасштабного внедрения. Водородная энергетика – это не только назревший переход к освоению нового экологически приемлемого источника энергии, но и стимул к достижению более эффективного использования традиционных видов топлива, повышения КПД используемых двигателей и обеспечения более высокой степени экологической безопасности предприятий ТЭК и транспорта.

## ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА – НАСТОЯЩЕЕ ИЛИ БУДУЩЕЕ?

*Саливанчук Е. А.*

*Руководитель – ассистент Щеголева Т. А.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Водородная энергетика – отрасль энергетики, основанная на использовании водорода в качестве средства для зарядки, транспортировки, производства и потребления энергии. Водород выбран как наиболее распространенный элемент на поверхности земли и в космосе. Водород (H) – первый элемент в таблице Д. И. Менделеева, это простое вещество, которое регулярно встречается нам во Вселенной. Это легкий газ, который при сжигании дает тепло, которое превышает тепло от газа в несколько раз.

Преимуществом водорода является то, что при его использовании в отоплении, он имеет относительно маленькую температуру горения, всего 300° С.

Водород не имеет ни запаха, ни цвета, а при взаимодействии с другими химическими веществами не образует токсичные вещества. Эти свойства делают его безопасным в использовании, как в быту, так и в промышленности. Единственной опасностью является его повышенный уровень взрывоопасности.

В условиях нашей планеты водород является крайне неоднозначным энергоносителем. В отличие от нефти, угля или дерева, залежей чистого водорода на Земле нет. Его добыча – это относительно дорогой, ресурсоемкий и часто крайне «грязный» процесс.

Водород синтезируют различными способами, например, паровой или окислительной конверсией сырья, пиролизом газа или электролизом воды. Сегодня около 95% водорода производится паровой конверсией природного газа. Паровая конверсия – высокотемпературный процесс, при котором пар взаимодействует с углеводородным топливом. Для конверсии могут быть использованы следующие виды топлива: природный газ, уголь или биомасса. Электролиз – физико-химический процесс, при котором под действием постоянного электрического тока дистиллированная вода разлагается на кислород и водород.

«Зеленую» энергетику и электромобили можно считать актуальным трендом последнего десятилетия, а электростанции и автомобили, работающие на чистом водороде – совершенно футуристичные проекты – становятся реальностью сегодня. Автомобили на водородных топливных элементах, такие как Toyota Mirai, уже колесят по мировым дорогам, а из их выхлопных труб выходит лишь дистиллированная вода. Мобильные автономные водородные электростанции Toshiba H2One с помощью энергии Солнца сами производят из воды водород и затем превращают его в электричество.

Казалось бы, вот оно, решение всех проблем: человечество подчинило себе самый распространенный во Вселенной элемент и сделало из него абсолютно экологичный энергоноситель. Но не всё так просто, и судьба водородной энергетики очень сложна и неоднозначна.

## ПРОБЛЕМЫ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

*Федосов А. А.*

*Руководитель – доцент, к. ф.-м. н. Глухова Ж. Л.*

ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, г. Донецк

В связи с ограниченностью ресурсных запасов Земли в современном мире как никогда актуальны вопросы развития альтернативной энергетики. Альтернативные источники энергии – это способы получения тепловой и электрической энергии при помощи неиссякаемых природных ресурсов. Главные плюсы альтернативных источников – возобновляемость и экологическая безопасность. Однако при всех достоинствах альтернативной энергетики, стоит учитывать и присущие ей недостатки.

Первостепенным требованием к источнику энергии является надёжность и постоянство. И именно эти два качества представляют собой слабые места в работе альтернативных технологий. Яркий пример – недавние события в Техасе и Европе. Ветряки покрылись ледяной корочкой, солнечные батареи засыпало снегом, и в итоге ничего не работало. Проанализируем некоторые проблемы и недостатки альтернативной энергетики.

Главная проблема – зависимость от погоды, времени суток и сезона. Для решения этой задачи необходимо учитывать, что энергия, получаемая из природных источников, нуждается в использовании аккумуляторов, в «страховочном» дублировании другими типами электростанций. Поэтому альтернативная энергетика способна выполнять функцию лишь дополнительного источника, но заменить собой традиционную энергию она пока что не может. Еще одним недостатком является высокая стоимость оборудования и обслуживания.

Использование природных ресурсов позволяет сэкономить значительные суммы на выработке энергии, но производство самого оборудования – процесс достаточно трудоёмкий и очень недешёвый. Главной составляющей солнечных батарей является фотоэлемент на основе кремния. Кремний сам по себе не представляет особой ценности, но его очищение и преобразование обходится дорого. Установка ветряных электростанций также требует серьёзных вложений. Низкий уровень выработки энергии природными источниками также пока не позволяет превратить их в основной источник питания. Например, для обеспечения дома электрической энергией в объёме 5кВ·ч в сутки требуется площадь батарей не менее 20 м<sup>2</sup>.

Я считаю, что технологии в альтернативной энергетике еще не готовы к масштабной декарбонизации. Необходимо инвестировать не во внедрение существующих технологий во всемирную энергосистему, а прежде всего в развитие новых технологий, которые позволят создать более дешёвые установки и снизить стоимость электроэнергии.

На сегодняшний день я вижу перспективу в атомной энергетике, потому что это один из самых чистых видов энергии, если не считать экстремальных случаев.



## ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

*Литвиненко В. С.*

*Руководитель – профессор, к. т. н. Волков А. Ф.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Без энергии жизнь человека немыслима. У каждого жителя дома есть тепло и электричество. Однако в качестве источников энергии мы используем такие средства тепла и света, как уголь, газ, нефть в качестве органического топлива. В качестве этих топлив в полной мощносты работают различные электростанции, как ТЭС, ГЭС и РЭС. Однако их владения будут носить ограниченный характер. И рано или поздно это топливо исчезнет из планеты. Тогда на вопрос "Что делать тогда в таком случае?" найден лучший ответ: "необходимо найти другие альтернативные источники энергии".

Альтернативная энергетика является многообещающим сложным методом изготовления традиционной энергии и чаще всего, но интересных, в контексте преимуществ использования их с риском вреда экосистеме экосистемной территории. При рассмотрении новаторских видов первоисточников биоэнергии необходимо представить такие источники, как: энергия ветра, биотопливо, солнечная энергия, геотермальная энергия, циклоническая энергия, термоядерный синтез и сама водородная энергия.

Задумка употребления альтернативных источников биоэнергии прошла долгий путь, но они серьезно уже поощряются, как альтернативы традиционным электростанциям в последнее время. Приведу факт исследования применение биоэлектричества, в качестве примера «водородной энергии». В свое время возможность употребления водорода в качестве источника электричества считалась невозможной для развития промышленности. Такое отношение определило преимущества водородной энергетике. Водородная реакция лежит в основе производства энергии, при которой выделяется тепло и вода, образуя электричество, это – экологически чистый метод. И энергия всегда будет доступна и не иссякает. Энергия водорода отличается высокой эффективностью. Проблемы, как всегда, в огромных инвестициях, необходимых для реализации этих проектов является одной из серьезной проблемы, что не хватает технологии для контроля температур из-за реакций водорода. В начале 1980-х годов конструкторское бюро Н. Кузнецова в Самаре разработало авиадвигатели, предназначенные для пассажирского самолета Туполева. Эти водородные двигатели были испытаны на стойках и в полете. Но, к сожалению, известные события в России конца 1980-х - начала 1990-х годов не позволили широко использовать работы Н. Кузнецова по водородным авиадвигателям на транспорте, а авиакомпании не перевозят пассажиров. На сегодняшний день некоторое количество действующих авиадвигателей Н. Кузнецова до сих пор хранится на складе Самарского КБ. На основании представленного теоретического анализа можно сделать вывод, что дальнейшее существование энергетике сместится в сторону развития альтернативных источников энергии и так называемой малой энергетике.

## ВОДОРОД КАК ВИД АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

*Дяченко Д. А.*

*Руководитель – доцент, к. ф.-м. н. Ветчинов А. В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Альтернативная энергетика – это методы получения энергии из возобновляемых и экологичных источников. Поиск таких источников энергии довольно актуальная проблема современного мира. Ухудшение экологии и истощение природных ресурсов заставляют задуматься о поиске других, неисчерпаемых ресурсов. Ими можно считать: энергию солнца, ветра, водных потоков, приливов и отливов, а также биотопливо и геотермальную энергию. В современном мире активно используется вышеперечисленный перечень альтернативных источников, однако они имеют ряд недостатков, что не позволяет полностью перейти на использование этих источников. В основном это: зависимость от внешних факторов (смена дня и ночи, изменение силы ветра и уровень приливов), траты на этапе строительства и обслуживания, изменение климата, низкий КПД и относительно малая мощность. Главной задачей разработчиков является минимизация влияния этих недостатков на расширение использования данных источников энергии путём уменьшения стоимости производства, усовершенствования технологий и конструкций.

Одним из перспективных, альтернативных путей добычи энергии является использование водорода как топлива. Однако стоит заметить, что не любой водород является экологичным в плане использования для добычи энергии. Существует «цветовая» классификация водорода по виду источника для его производства: серый водород – из природного газа, синий водород – из природных ископаемых с применением технологии захвата углекислого газа (CCS), чёрный водород – из угля методом газификации, коричневый водород – из бурого угля, зелёный водород – из возобновляемых источников энергии. Зелёный водород производят путём электролиза воды, что привлекает экономистов и учёных, так как вода покрывает 70% нашей планеты в отличие от угля, газа и нефти. Данный метод добычи является самым экологичным, однако для него требуется электричество. Именно поэтому водородная энергетика должна тесно сотрудничать и развиваться с другими источниками энергии. Развитие водородной энергетики не отменяет разведку новых месторождений и усовершенствование технологий традиционного углеводородного сырья. Оно подразумевает новый способ организации синергии возобновляемых и традиционных источников энергии. Водородная энергетика – это серьёзный толчок в развитии технологий будущего. Это новый экологичный источник энергии, который не только способствует развитию альтернативной энергетики, но и даёт стимул к более эффективному использованию традиционных видов топлива, повышению КПД используемых двигателей и усовершенствованию технологий экологической безопасности предприятий и транспорта.

## АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА

*Атанесян Ю. Н.*

*Руководитель – ассистент Щёголева Т. А.*

ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, г. Донецк

Альтернативная энергетика – совокупность перспективных способов получения энергии, которые распространены не так широко, как традиционные, однако представляют интерес из-за выгоды их использования при низком риске причинения вреда экологии района.

Основные направления альтернативной энергетики:

- 1- ветроэнергетика (автономные ветрогенераторы);
- 2- гелиоэнергетика (Солнечный водонагреватель, Солнечный коллектор, Фотоэлектрические элементы);
- 3- космическая энергетика.

Ветровая энергетика. Сила ветра использовалась с давних времен и сегодня она эффективно преобразуется в электроэнергию во многих странах. В Евросоюзе совокупная установленная мощность ветроэнергетических установок (ВЭУ) составляет 10% от совокупной мощности всей энергосистемы, что превышает даже долю угольной генерации. В Германии ветряки производят более 20% электроэнергии, а в Дании – 42%.

Солнечная энергетика. По данным исследования Global Power Industrie Outdoor – 2017 добыча солнечной энергии на основе фотоэлементов – станет самым быстрорастущим сегментом альтернативной энергетики, ее доля в объеме глобальных инвестиций к 2020г. составляет 37,5 %. Решающий фактор для развития солнечной энергетики – количество солнечных дней в году.

Космическая энергетика – вид альтернативной энергетики, предусматривающий использование энергии Солнца для выработки электроэнергии, с расположением энергетической станции на земной орбите или на Луне. Преимуществами системы являются: 1) высокая эффективность из-за того, что нет атмосферы, выработка энергии не зависит от погоды и времени года; 2) практически полное отсутствие перерывов, так как кольцевая система спутников, опоясывающая Землю, в любой момент времени будет иметь хотя бы один, освещаемый Солнцем. Цель поиска альтернативных источников энергии – потребность получать ее из энергии возобновляемых или практически неисчерпаемых природных ресурсов и явлений, а также экологичность и экономичность получения энергии. На данный момент на альтернативные источники энергии приходится всего около 1,1% мировой выработки электроэнергии.

В наше время использование альтернативных источников энергии не является обязательным, но становится все более популярным. Ведь в будущем основные ресурсы, которые сейчас используют для выработки электроэнергии, постепенно закончатся и что-то должно прийти им на смену. Также перспективы использования альтернативных источников энергии связаны с низкой стоимостью эксплуатации и неисчерпаемостью источника энергии.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВЕТРОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

*Могилат А. С.*

*Руководитель – к. х. н., доцент Сельская И. В.*

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства  
и архитектуры», г. Макеевка

В последние десятилетия повышение интереса к ветровым электростанциям (ВЭС) как виду возобновляемых источников энергии связано с их экологической безопасностью. Однако абсолютной экологической безопасности не существует. Состав воздействий на окружающую природную среду в процессе строительства ВЭС - это загрязнение атмосферы, водных объектов и почвы, размещение отходов, отторжение сельскохозяйственных и лесных земель, нанесение вреда растительному и животному миру. Источниками негативного воздействия на окружающую среду при производстве строительно-монтажных работ являются процессы: строительства и ремонта дорог; инженерной подготовки территории; закладки фундаментов ВЭУ и устройства для их монтажа специальных площадок; строительства ЛЭП, повышающей подстанции; рекультивация земель, благоустройство территории; жизнедеятельность строительного персонала и др. При проведении строительных работ, основными источниками загрязнения вод (как поверхностных, так и подземных) могут быть производственно-строительные сточные воды, загрязненные ливневые стоки и хозяйственно-бытовые сточные воды. Ливневые сточные воды, содержат преимущественно взвешенные вещества и нефтепродукты. В случае отсутствия ливневой канализации отвод зачастую происходит на рельеф местности, откуда они проникают в водные подводные горизонты или поверхностные водные объекты. Отходы, образующиеся в процессе строительства, относятся преимущественно к IV и V классам опасности.

Негативное влияние на здоровье человека может быть вызвано стробоскопическим эффектом от мерцания тени при вращении лопастей ветрогенератора. На участках, окружающих крупные объекты ветроэнергетики, напряженность электромагнитного поля будет отличаться от фонового уровня. Попадание птиц в протяженные ветропарки может вызвать их дезориентацию и привести к увеличению процента гибели. На мигрирующие формы объекты оказывают «отпугивающий эффект», заставляющий их менять маршрут своего привычного движения. Однако в непосредственной близости от ВЭС наблюдается улучшение вывода углекислого газа из почвы, что в свою очередь способствует фотосинтезу и росту зерновых культур и сои.

Расчетный срок эксплуатации современных ВЭС составляет 25 лет. В процессе эксплуатации ВЭС оказывают воздействие на человека, флору и фауну, атмосферный воздух, водные объекты и землепользование в виде шумов, вибраций, электромагнитного излучения, оптических эффектов, механического воздействия и отходов эксплуатации.

## ПОБЕДЯТ ЛИ ВОДОРОДОМОБИЛИ «ТЕСЛУ»?

*Серховец А. А.*

*Руководитель – старший преподаватель Савченко Е. В.*

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк

Машины на топливных элементах – программа минимум водородной революции. Такой транспорт в центре внимания программ большинства принявших их стран. Водород содержит больше энергии на единицу массы, чем природный газ или бензин, что делает его привлекательным в качестве транспортного топлива. Из плюсов ещё быстрая заправка (в отличие от электрокаров), большой запас хода (около 400 км при средних 250 км у электромобилей), низкий вес сырья, отсутствие выбросов CO<sub>2</sub>, более экологичная и простая утилизация топливных ячеек по сравнению с батареями электрокаров.

Сейчас по миру ездят более 25 тыс. машин на водороде – в два раза больше чем в 2018. В основном это Toyota Mirai, Hyundai Nexa и Honda Clarity Fuel Cell, хотя в Китае доминируют автобусы и грузовики. Но водородомобилей гораздо меньше, чем их прямых конкурентов – электрокаров на батареях, число которых приблизилось к 7,2 млн. Почему?

Во-первых, водородные машины дороже. К примеру, Toyota Mirai стоит 58,5 тыс. долларов США, а Tesla Model 3 – 35 тыс. долл. Дорогими выходят два основных компонента водородомобиля – топливные элементы и бак.

Если сейчас стоимость топливной ячейки для водородной машины составляет 230-180 долл/кВт·ч, то при увеличении их выпуска с 1 тыс. до 500 тыс. единиц в год она снизится до 45 долл/кВт·ч. Цена водородного бака при таком же увеличении масштаба снизится с 23 долл/кВт·ч до 14-18 долл./кВт·ч.В.

Во-вторых, есть проблема с заправками: их мало – 25 тыс. водородомобилей заправляются на 470 станциях, большая часть которых находятся в Японии (113), Германии (81) и США (64). Впрочем, со временем проблему решит развитие сети заправок.

Теперь о расходах на топливо. К примеру, в Германии 1 кг водорода на общественных заправках стоит 9,50 евро. Автомобиль на топливных элементах потребляет примерно один килограмм водорода на 100 км. Таким образом, затраты на топливо сопоставимы со средним бензиновым автомобилем, который потребляет 7 литров на 100 км.

В сумме капитальные и текущие затраты на водородомобиль оцениваются экспертами МЭА примерно в 0,65 долл./км, тогда как у электромобилей он составляет порядка 0,58 долл./км., но в перспективе они сравняются. По прогнозу Совета по водородной энергетике, личные авто станут конкурентоспособными к 2030 году при снижении цены водорода до 2,00 долл./кг. Когда цена килограмма водорода опустится до 4,00-5,00 долл., конкурентоспособными станут грузовики и автобусы, курсирующие по длинным маршрутам. Причём это может произойти уже через 5 лет. Чтобы превратить маленькие авто в конкурентов Tesla, нужно снизить цену водорода до 1,00-1,50 долл./кг.

## ВОДОРОД – ЛЕГЧЕ ВОЗДУХА И ДОРОЖЕ ДОЛЛАРА

*Биктимиров Т. Д.*

*Руководитель – старший преподаватель Савченко Е. В.*

Донецкий промышленно-энергетический колледж, г. Донецк

В 1970 году химик из США Джон Бокрис ввёл понятие «водородной экономики», предложив питать электросети американских городов энергией солнца, а в качестве её носителя использовать водород. С тех пор мировой спрос на этот газ увеличился в три раза и достиг 70 млн тонн в год. По разным оценкам, к 2040-м годам показатель возрастет до 100-200 млн тонн в год.

А откуда берётся водород? Львиная доля добывается из природного газа (76%) и угля (23%). Из-за этого экологически безвредный  $H_2$  получается грязным для окружающей среды. Чтобы раскрыть экологический потенциал водорода, его нужно производить иначе.

Из природного газа водород производят реформингом – преобразованием  $CH_4$  путем эндотермической реакции с использованием водяного пара. Минус этой технологии – выбросы  $CO_2$ , которые, можно уменьшить до 90%, если применять технологии CCS.

В последние годы сложилась «цветовая» классификация водорода по виду источника для его производства:

- серый водород — из природного газа;
- синий водород — из полезных ископаемых, но с применением технологии захвата углекислого газа (CCS)
- чёрный водород — из угля;
- коричневый водород — из бурого угля;
- зелёный водород — из возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

«Серый» водород пока самый дешёвый. По данным МЭА, стоимость производства одного килограмма водорода 0,90–3,20 долл. США в зависимости от региона и технологии.

«Синий» водород, вырабатываемый из природного газа с применением захвата  $CO_2$ , дороже. На Ближнем Востоке он обойдётся 1,45 долл./кг, в США — 1,52 долл./кг, в России – 1,64 долл./кг, в Европе – 2,32 долл./кг, в Китае – 2,38 долл./кг.

«Чёрный» водород производят методом газификации - переработки твердого или жидкого топлива путем его окисления. При производстве «чёрного» водорода выбросы  $CO_2$  увеличиваются в два раза по сравнению с «серым». Но, привлекает в нём цена – один килограмм «чёрного» водорода стоит 1,10 долл., а с применением захвата  $CO_2$  – 1,50 долл.

«Коричневый» водород также можно вырабатывать газификацией, но бурый уголь – пока редкость, и, по расчётам, стоимость одного килограмма «коричневого» водорода (с учётом CCS) составит 2,14–2,74 долл.

Конечную цену всех этих видов водорода в основном определяет стоимость сырья, и это главная проблема.

## ЭКЗОТИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА. СВЕРХТЯЖЁЛЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

*Буцкий И. А.*

*Руководитель – ассистент Щеголева Т. А.*

ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, г. Донецк

Принято считать, что в начале XXI века будет получен и использован ряд экзотических веществ, свойства которых кажутся нам сейчас совершенно фантастическими. Этот процесс уже начался (вспомним, например, получение жидких кристаллов или синтез фуллеренов).

Особое место в физике высоких давлений занимает проблема металлического водорода. Водород является самым простым по своему устройству химическим элементом. Однако у жидкого и твердого водорода подобная простота отсутствует, поскольку он имеет очень маленькую массу, что приводит к преобладающей роли квантовых эффектов. Считается, что твердый водород должен обладать высокотемпературной сверхпроводимостью при давлениях, больших 1,5–2 млн. атм. Кроме того, в процессе сжатия переход «диэлектрик – металл» может произойти и в жидком состоянии.

Таким образом, может существовать новый тип вещества: жидкий металл в основном состоянии. Отличительной особенностью такой квантовой металлической жидкости является наличие двух заряженных подсистем, образованных из электронных и протонных куперовских пар. Согласно теоретическим предсказаниям, сжатый под давлением в 4 млн. атм. водород должен перейти в металлическое состояние. Но это всего лишь предположения. Как будет на самом деле, неизвестно, ведь получить металлический водород до сих пор никому не удалось.

Помимо металлического водорода к числу «экзотических» веществ можно отнести фуллериты, состоящие из гигантских молекул-фуллеренов (например, углеродной молекулы – кристалла  $C_{60}$ ). Фуллерены  $C_{60}$  – специфическая, аллотропная форма углерода, обладающая сверхпроводимостью при довольно высоких температурах. Их исследование ведется очень интенсивно.

Российскому ученому Юрию Цолаковичу Оганесяну (р. 1933) принадлежит блестящая идея, принятая сейчас во всем мире: проводить синтез в условиях образования «холодных ядер», когда бомбардирующая частица имеет достаточно большую массу и, следовательно, образующееся в реакции сверхтяжелое ядро слабо возбуждено. Тогда вероятность возникновения новых элементов существенно возрастает. Для исследований предельно тяжелых ядер были выбраны реакции слияния нейтронно-обогащенных изотопов актинидов с ускоренными ионами кальция-48. Свойства распада этих атомов (в частности, значительное увеличение времени жизни – периода полураспада) доказывают существование «островов стабильности» в области сверхтяжелых элементов.

Исследования необычных «экзотических» свойств описанных здесь веществ укрепляет фундамент науки и способствует дальнейшему прогрессу техники.

## ШАРОВАЯ МОЛНИЯ КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ

*Бабанков Р. И.*

*Руководитель – доцент, к. х. н. Щебетовская Н. В.*  
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства  
и архитектуры», г. Макеевка

Что может дать человеку изучение природы шаровой молнии? В настоящее время эти исследования носят фундаментальный характер, то есть пока не разрабатываются способы использования шаровой молнии в практических целях. Однако результаты именно фундаментальных исследований приводят к появлению принципиально новых видов технических устройств, радикальному изменению технологий, появлению новых видов научных знаний. Однако уже сейчас можно обозначить достаточно весомую перспективу. Это, например, сверхмощное оптическое воздействие на протяженные объекты (в отличие от тонкого лазерного луча). Это беззеркальные накопители энергии для сверхмощных лазеров на основе закольцовки лучей за счет рефракции и новые перспективы в решении проблемы управляемого термоядерного синтеза.

За всю историю изучения вопроса было высказано немало гипотез, общая идея которых сводится к одному: шаровая молния сама является источником энергии. Одной из самых фантастических является теория астронавта NASA Джеффри Ширса Эшби. По его мнению, шаровая молния рождается при аннигиляции частичек антивещества, которые из космоса попадают в плотные атмосферные слои, а затем, увлекаемые линейным разрядом, оказываются на земле. Данную гипотезу доказать пока невозможно по причине того, что в космосе не удастся обнаружить подходящее антивещество.

Сегодня ученые не отвергают возможности научиться создавать искусственную шаровую молнию. Помочь в этом может теория Стаханова. В основе его книги «О физической природе шаровой молнии» лежат многочисленные свидетельства очевидцев, которые ученый подверг физическому анализу. Это позволило ему не только описать основные характеристики и параметры шаровых молний, условия их появления, передвижения и принципы взаимодействия с окружающим миром, но и дало возможность сформулировать кластерную гипотезу. По мнению Стаханова, шаровая молния – не что иное, как сосредоточение сгустка ионов, которые «облеплены» оболочками из полярных молекул, например, воды. Кластерная теория Стаханова легко согласуется с многочисленными историями очевидцев и объясняет, как строение молнии в виде шара (наличие эффективного поверхностного натяжения), так и способности молнии проникать через отверстия, заново принимая исходную форму. В случае, если она окажется верной, то человечество получит альтернативный источник энергии, который можно будет создавать из насыщенной влагой атмосферы, изменяя концентрацию паров и капель воды и производя контролируемые мощные линейные взрывы.



## МИРНЫЙ АТОМ НА БЛАГО ЧЕЛОВЕЧЕСТВА

*Гладков Д. А.*

*Руководитель – учитель-методист Колочко И. В.*

*МБОУ «Технический лицей г. Донецка»*

Ядерная энергетика – относительно новая отрасль энергетики, основанная на принципе работы ядерной энергии, высвобождающейся из ядра – центральной части атомов, состоящей из протонов и нейтронов. Источником этой энергии могут являться два физических процесса: деление, когда ядра атомов распадаются на несколько частей, и синтез, когда ядра сливаются вместе.

С развитием ядерных технологий связано появление ядерного оружия – оружия массового поражения, действие которого вызывает ряд поражающих факторов и долгосрочное негативное воздействие. Однако мирный атом может послужить и для развития технологий во благо человечества.

К примеру, ядерная энергия позволяет увеличить производство энергии во всем мире и улучшить водоснабжение благодаря таким неэлектроэнергетическим применениям, как опреснение морской воды, производство водорода, централизованное теплоснабжение и различные промышленные применения. Неэлектрические применения ядерной энергии уже на сегодняшний день способны предложить устойчивые решения целого ряда проблем энергетики, с которыми придется столкнуться нынешнему и будущим поколениям. Во всем мире растет интерес к использованию ядерной энергии.

Вот лишь некоторые преимущества ядерной энергетики: во-первых, это огромная энергоемкость. 1 килограмм урана с обогащением до 4%, используемого в ядерном топливе, при полном выгорании выделяет энергию, эквивалентную сжиганию примерно 100 тонн высококачественного каменного угля или 60 тонн нефти. Во-вторых, снижение «парникового эффекта». Интенсивное развитие ядерной энергетики можно считать одним из средств борьбы с глобальным потеплением. К примеру, атомные станции в Европе ежегодно позволяют избежать эмиссии 700 миллионов тонн CO<sub>2</sub>. Ежегодно работа всех АЭС российского дизайна в мире экономит выбросы парниковых газов в объеме более 210 млн. тонн CO<sub>2</sub>-экв. Также происходит развитие экономики: строительство АЭС обеспечивает экономический рост, появление новых рабочих мест: 1 рабочее место при сооружении АЭС создает более 10 рабочих мест в смежных отраслях. Развитие атомной энергетики способствует росту научных исследований и объемов экспорта высокотехнологичной продукции.

Запасы природных энергоносителей имеют свойство заканчиваться. Потребности человечества растут из года в год. Нет иных возможностей для безопасного и полностью надежного производства энергии. Альтернативные источники, такие как солнечная энергия, водород, гидроустановки, не способны обеспечить мир необходимым количеством энергоносителей.

Однако авария на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 года показала, что энергия атома – это большая ответственность перед всем миром и с ней нужно очень бережно и с осторожностью обращаться.

## СОКРАЩЕНИЕ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРОДА

*Татаров И. А.*

*Руководитель – доцент, к. т. н. Хазипова В. В.*

ГОУ ВПО «Академия гражданской защиты» МЧС ДНР, г. Донецк

Трудности создания ресурсосберегающих технологий является одной из главных задач современного техногенного общества. Мировая энергетика в последнее время вышла на принципиально новый уровень социально-экономического развития, когда важным становится вопрос не «чем топить?», а «как топить?».

В настоящее время водород в основном производится за счет паровой конверсии метана (SMR, steam methane reforming) – из природного газа или после газификации угля. Этот разработанный в общепромышленных размерах, доступный процесс еще долго не будет иметь никаких оппонентов по себестоимости получаемого водорода (1-2 долл./кг в зависимости от цены газа и угля). Динамично создает водородные технологии Япония, сильно зависящая от импорта ископаемого топлива. В стране еще в 2010 году была одобрена дорожная карта по созданию «общества, базирующегося на водороде». Согласно данной концепции, использование водорода должно увеличиться с 220 тонн в 2017 году до 15 млн. тонн в 2060 году. Уже сейчас парк автотранспортных средств включает около 3,5 тысяч машин с водородным двигателем. Параллельно активно обрабатываются график по закупкам Японией водорода из Австралии. Китай летом 2020 года выпустил «Белую книгу» о китайской водородной энергетике и топливных элементах. Согласно данной программе к 2050 г. водород будет составлять 15% от энергопотребления страны, или 55 млн. тонн в год. Уже к 2035 году автопарк КНР должен увеличиться до 2 млн. машин на водородных топливных элементах. В Англии запускается экспериментальный проект, в ходе которого водород будет дозироваться в трубопроводный газ, используемый для отопления.

Самым распространенным в настоящее время является метод производства водорода за счет паровой переработки метана из углеводородов. Этот процесс относится к одному из самых дешевых по себестоимости получаемого водорода – примерно 1 - 2 доллара за килограмм газа. Однако он приводит к выбросам углекислого газа в атмосферу. Эмиссия CO<sub>2</sub> при паровой конверсии метана достигает 10 кг на один килограмм водорода. Этот способ производства водорода называют «серым».

Существует еще один способ получения водорода путем электролиза воды. При этом происходит диссоциация воды с образованием молекул кислорода и выделением положительно заряженных ионов водорода и имеющих отрицательный заряд электронов. На катоде ионы водорода принимают электроны, образуя газообразный водород.

Из всех известных доступных способов получение водорода методом электролиза имеет ряд преимуществ: используется легкодоступное сырье – деминерализованная вода и электроэнергия; во время производства отсутствуют вредные выбросы.

## ВОДОРОД И ХОЛОДНЫЕ ТРЕЩИНЫ

*Огоновский М. А., Бычек А. Б.*

*Руководители – доцент, к. т. н. Гольцова М. В.*

Белорусский национальный технический университет, г. Минск,  
Республика Беларусь

Холодные трещины в сварных соединениях образуются при остывании до невысоких температур, как правило, ниже 200°C.

Это типичный дефект сварных соединений в среднелегированных и высоколегированных сталях перлитного и мартенситного класса. Они могут быть продольными и поперечными, выходить и не выходить на поверхность свариваемого металла.

Их образование связано с недостаточной способностью металла шва или околошовной зоны к деформации. Образованию их сильно способствует водород, в тех случаях, когда он не успевает покинуть кристаллизующийся сварной шов.

Поскольку причиной образования трещин является релаксация возникающих внутренних напряжений в малопластичном металле, присутствие водорода, вызывающего расширение кристаллической решетки, само по себе способствует увеличению уровня напряжений, а, следовательно, увеличивает риск образования трещин в закристаллизованном металле.

Для уменьшения количества холодных трещин в сварном шве и околошовной зоне необходимо уменьшить концентрацию водорода в металле. Для этого пользуются следующими приемами:

1. Прокаливают штучные электроды перед использованием в течение нескольких часов при температуре 300-350°C. Аналогично обрабатывают флюсы.
2. Избегают протравливания сварочной проволоки соляной кислотой.
3. После окончания сварочных работ изделие подогревают до 100-200°C. Время выдержки может составлять от 0,5 ч до нескольких часов, что зависит от толщины изделия и химического состава металла. Так, детали толщиной больше 4 см выдерживают в нагретом состоянии до 5 ч. Это способствует дегазации водорода из металла. Если заготовки имеют толщину более 20 см, то сварку ведут с несколькими остановками для промежуточных отжигов.
4. При сварке незащищенной дугой расплавляемый металл свободно контактирует с окружающим воздухом и насыщается кислородом и азотом, вследствие чего металл шва будет обладать пониженным качеством.

Например, для низкоуглеродистой стали предел прочности равен 34-38 МПа, относительное удлинение 3-8% и ударная вязкость KCU=5-15 Дж/см<sup>2</sup>. Поэтому сварку незащищенной дугой не применяют, а для защиты расплавляемого металла от воздуха электроды покрывают специальной обмазкой. Кроме того, применяют защитные газы: аргон, гелий, смесь аргона и углекислого газа в различных соотношениях.

## ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫЕ СПЛАВЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ

*Сташкевич В. Г., Миношин В. В.*

*Руководитель – доцент, к. т. н. Гольцова М. В.*

Белорусский национальный технический университет, г. Минск,  
Республика Беларусь

Классический подход к созданию металлического сплава – основной компонент, легированный одним или несколькими элементами. К примеру, предельное содержание углерода в системе Fe-C – всего 6,67%, остальное – железо. Примеси удерживаются на уровне сотых и тысячных долей процента. При этом для углеродистых сталей предельное содержание углерода всего 2,14%, остальное – железо (и контролируемые на уровне сотых и тысячных долей процента примеси). Этот классический подход к созданию сплавов позволял разрабатывать двойные, тройные и многокомпонентные сплавы.

Однако, техническая цивилизация не может остановиться в развитии, и делает шаги в сторону от старой доброй классики. В начале нового тысячелетия была впервые выдвинута концепция сплавов, которые были бы произведены из не менее пяти компонентов, взятых примерно в равных количествах (к настоящему моменту времени содержание компонентов в таком сплаве варьируют в пределах от 5 ат. % и не более 35 ат %). Такие сплавы получили название ВЭС – высокоэнтропийные сплавы. К 2020-му году по этой тематике в научных журналах мира было опубликовано более 5000 статей. Это говорит о том, что физико-механические свойства ВЭС являются уникальными и привлекают повышенное внимание исследователей.

Несмотря на то, что ВЭС содержат не менее 5 компонентов, они, как правило, кристаллизуются в разупорядоченные твердые растворы замещения. Неупорядоченное положение всех атомов в узлах кристаллической решетки приводит к повышенной конфигурационной энтропии, что и дало название этому классу материалов. Вследствие различий в размерах атомов разных металлов, кристаллическая решетка ВЭС оказывается сильно искаженной, поэтому структуру таких фаз можно рассматривать как промежуточную между стабильными кристаллическими фазами с относительно небольшой равновесной концентрацией дефектов, включая примесные атомы, и метастабильными металлическими стеклами, в которых дальний порядок вовсе отсутствует. Вследствие особенностей структуры, ВЭС характеризуются малыми коэффициентами диффузии, коррозионной стойкостью, повышенной пластичностью при низких температурах и другими особыми свойствами.

К настоящему моменту времени ВЭС не могут заменить традиционные конструкционные материалы. Однако они рассматриваются как перспективные функциональные материалы для водородной энергетики: топливных элементов, накопителей водорода, а также для батареек и покрытий. Кроме этого, в 2021 году в некоторых ВЭС было зафиксировано явление сверхпроводимости – и, хотя пока еще при очень низкой ( $-265^{\circ}\text{C}$ ) температуре, но начало положено.

## СОДЕРЖАНИЕ ИСОФ–2022

	<b>ПОЧЕТНЫЙ КОМИТЕТ ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ</b>	<b>с. 3</b>
	<b>ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО</b> <i>Волков А. Ф. ДонНТУ, Донецк</i>	<b>4</b>
	<b>Секция 1 РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОСМОНАВТИКИ И ЕЁ ОСНОВОПОЛОЖНИКИ</b> <i>Председатели – Таращ В. Н., Котельва Р. В.</i>	<b>6</b>
<b>1.1</b>	<b>ОСНОВОПОЛОЖНИКИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОСМОНАВТИКИ</b> <i>Котельва Р.В. ДонНТУ, Донецк</i>	<b>7</b>
<b>1.2</b>	<b>К. Э. ЦИОЛКОВСКИЙ – ПРОВОЗВЕСТНИК КОСМИЧЕСКОЙ ЭРЫ</b> <i>Таращ В. Н. ДонНТУ, Донецк</i>	<b>12</b>
<b>1.3</b>	<b>НИКОЛАЙ ЕГОРОВИЧ ЖУКОВСКИЙ</b> <i>Прудникова О. А. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – ассистент Котельва Р. В.</i>	<b>14</b>
<b>1.4</b>	<b>ФРИДРИХ ЦАНДЕР</b> <i>Совпель С. В. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – старший преподаватель Савченко Т. А.</i>	<b>15</b>
<b>1.5</b>	<b>В. П. ГЛУШКО И ЕГО ВКЛАД В РАЗВИТИЕ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ</b> <i>Пустовой Д. В. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – доцент, к. ф.-м. н. Глухова Ж. Л.</i>	<b>16</b>
<b>1.6</b>	<b>ВАЛЕНТИН ПЕТРОВИЧ ГЛУШКО</b> <i>Довбня Д. Э. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – старший преподаватель Таращ В. Н.</i>	<b>17</b>
<b>1.7</b>	<b>ПЕРВЫЙ ИСКУССТВЕННЫЙ СПУТНИК ЗЕМЛИ</b> <i>Устурой С. И. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – старший преподаватель Савченко Т. А.</i>	<b>18</b>
<b>1.8</b>	<b>ХРОНОЛОГИЯ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОСМОНАВТИКИ</b> <i>Елина Н. О. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – старший преподаватель Савченко Т. А.</i>	<b>19</b>
<b>1.9</b>	<b>ВЕСОМЫЙ ВКЛАД КОСМОНАВТОВ ДОНБАССА</b> <i>Дегтярёва К. Г. ЛГУ ЛНР, Луганск</i> <i>Руководитель – доцент, к.т.н. Чаленко А. В.</i>	<b>20</b>
<b>1.10</b>	<b>НАЧАЛО КОСМИЧЕСКОЙ ЭРЫ</b> <i>Шадрина М. Г. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – доцент, к. п. н. Логинова Е. Н.</i>	<b>21</b>
<b>1.11</b>	<b>ЭКСПЕРИМЕНТЫ В КОСМОСЕ</b> <i>Доренская Д. Е. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – ассистент Котельва Р. В.</i>	<b>22</b>
<b>1.12</b>	<b>ТЕРРАФОРМИРОВАНИЕ МАРСА</b> <i>Бандурка Е. Н. ДонНАСА, Макеевка</i> <i>Руководитель – доцент, к. т. н. Покинтелица Е. А.</i>	<b>23</b>
<b>1.13</b>	<b>СВЯЗЬ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ С ПОТОКОМ МЮОНОВ КОСМИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ</b>	<b>24</b>

	<i>Голофеевская О. Н. ЛГУ ЛНР, Луганск</i> <i>Руководитель – доцент, к. т. н. Воробьев С. Г.</i>	
1.14	<b>ЯДЕРНЫЕ РАКЕТНЫЕ ДВИГАТЕЛИ</b> <i>Витвицкий Д. В. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – старший преподаватель Савченко Т. А.</i>	25
1.15	<b>АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКЗОПЛАНЕТ</b> <i>Уздемир М. А. Технический лицей г. Донецка</i> <i>Руководитель – учитель-методист Колочко И. В.</i>	26
	<b>Секция 2</b> <b>НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ ПРОШЛЫХ</b> <b>СТОЛЕТИЙ</b> <i>Председатели – Малащенко Т. И., Савченко Т. А.</i>	27
2.1	<b>НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ, ИЗМЕНИВШИЕ МИР</b> <i>Черная Е. А. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – старший преподаватель Малащенко Т. И.</i>	28
2.2	<b>ИЗВЕСТНЫЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ XIX И XX ВЕКОВ</b> <i>Блошенко Н. В. АГЗ МЧС ДНР, Донецк</i> <i>Руководитель – ассистент Щеголева Т. А.</i>	29
2.3	<b>НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ ИСААКА НЬЮТОНА</b> <i>Кулач Д. В. Технический лицей г. Донецка</i> <i>Руководитель – учитель-методист Колочко И. В.</i>	30
2.4	<b>X-ЛУЧИ ВЕЛЬГЕЛЬМА РЕНТГЕНА И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ</b> <i>Маланчук А. В. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – доцент, к. п. н., Логинова Е. Н.</i>	31
2.5	<b>СВЕРХПРОВОДИМОСТЬ: ИСТОРИЯ ОТКРЫТИЯ</b> <i>Маслова А. А. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – доцент, к. ф.-м. н. Глухова Ж. Л.</i>	32
2.6	<b>24-Й СОЛНЕЧНЫЙ ЦИКЛ И КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЕГО ЭВОЛЮЦИИ</b> <i>Ивченко К. О. ЛГУ ЛНР, Луганск</i> <i>Руководитель – аспирант, ассистент Сорока Н. В.</i>	33
2.7	<b>РАСЧЕТ ХАРАКТЕРИСТИК АЛЬФВЕНОВСКИХ ВОЛН В КОСМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЕ</b> <i>Урютина Л. Н. ЛГУ ЛНР, Луганск</i> <i>Руководитель – профессор, д. т. н. Корсунов К. А.</i>	34
2.8	<b>ВЕЛИКАЯ СИЛА РЕЗОНАНСА. ПОЧЕМУ РАЗРУШАЮТСЯ МОСТЫ?</b> <i>Притыка А. А. ДонНАСА, Макеевка</i> <i>Руководитель – доцент, к. х. н. Щебетовская Н. В.</i>	35
2.9	<b>ДЕМПФИРОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ</b> <i>Тепикин А. Н. ДонНАСА, Макеевка</i> <i>Руководитель – доцент, к. х. н. Щебетовская Н. В.</i>	36
2.10	<b>ВОЗДЕЙСТВИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА</b> <i>Гнатова Д. М. ДонНАСА, Макеевка</i> <i>Руководитель – доцент, к. х. н. Щебетовская Н. В.</i>	37
2.11	<b>ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАФИЯ</b> <i>Багирян К. К. Технический лицей г. Донецка</i> <i>Руководитель – учитель-методист Колочко И. В.</i>	38

2.12	<b>ИССЛЕДОВАНИЕ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ КИНЕТИКИ ПЕРВИЧНОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ В АМОРФНОМ СПЛАВЕ АЛЮМИНИЯ, НИКЕЛЯ И ЦИРКОНИЯ</b> <i>Козлова Е. И. Технический лицей г. Донецка</i> <i>Руководители – аспирант ГУ «ДонФТИ» Бадекин М. Ю., учитель-методист Колочко И. В.</i>	39
2.13	<b>УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА</b> <i>Киселёва Д. Ю. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – доцент, к. п. н. Логинова Е. Н.</i>	40
2.14	<b>p-n ПЕРЕХОДЫ: ЗНАЧЕНИЕ</b> <i>Куприянов М. В. АСЛИ при ДонНАСА, Макеевка</i> <i>Руководитель – учитель высшей категории, ст. уч. Сельский В. П.</i>	41
2.15	<b>НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ В МАШИНОСТРОЕНИИ</b> <i>Лужанский А. А. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – старший преподаватель Таращ В. Н.</i>	42
2.16	<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНИТНЫХ СВОЙСТВ ВЕЩЕСТВА В ТЕХНИКЕ</b> <i>Сологуб М. В. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – доцент, к. п. н. Логинова Е. Н.</i>	43
2.17	<b>ИНТЕРЕСНЫЕ ФАКТЫ О ДОМЕННОЙ ПЕЧИ</b> <i>Ковалевский О. С. БНТУ, Минск, Республика Беларусь</i> <i>Руководитель – доцент, к. т. н. Гольцова М. В.</i>	44
2.18	<b>ПОЮЩИЙ МЕТАЛЛ</b> <i>Ковалевский О. С., Апалинский Н. А. БНТУ, Минск, Республика Беларусь</i> <i>Руководитель – доцент, к. т. н. Гольцова М. В.</i>	45
2.19	<b>ЭМПИРИЧЕСКИЕ УРАВНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ</b> <i>Бережко А. А. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – старший преподаватель Локтионов И. К.</i>	46
	<b>Секция 3</b> <b>УСПЕХИ СОВРЕМЕННОЙ ФИЗИКИ И ПРОГНОЗЫ НА БУДУЩЕЕ</b> <i>Председатели – Волков А. Ф., Лумпиева Т. П.</i>	47
3.1	<b>ИЗМЕРЕНИЯ И ИХ РОЛЬ В НАУКЕ И ТЕХНИКЕ</b> <i>Онищенко А. С. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – профессор, к. т. н. Волков А. Ф.</i>	48
3.2	<b>ЛЕКЦИОННАЯ ДЕМОНСТРАЦИЯ «РАМКА С ТОКОМ В МАГНИТНОМ ПОЛЕ»</b> <i>Ляшко А. А. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – старший преподаватель Лумпиева Т. П.</i>	49
3.3	<b>ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ</b> <i>Болоцкая Н. С. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – старший преподаватель Лумпиева Т. П.</i>	50
3.4	<b>ЧТО БУДЕТ, ЕСЛИ ИСЧЕЗНЕТ ГЕЛИЙ?</b> <i>Поляков И. С. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – старший преподаватель Лумпиева Т. П.</i>	51
3.5	<b>ХАОС В КОЛЕБАНИЯХ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МАЯТНИКА</b>	52

	<i>Рыбалка Ю. Е. ЛГУ ЛНР, Луганск</i> <i>Руководитель – доцент, к. т. н. Лыштван Е. Ю.</i>	
3.6	<b>ЗНАЧЕНИЕ ОБЩЕГО ФИЗИЧЕСКОГО ПРАКТИКУМА ПРИ ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ-ФИЗИКОВ</b> <i>Марченко О. А. ЛГУ ЛНР, Луганск</i> <i>Руководитель – доцент, к. т. н. Лыштван Е. Ю.</i>	53
3.7	<b>СИСТЕМНОСТЬ ЗНАНИЙ И ТЕХНОЛОГИЯ УДЕ В ФИЗИКЕ</b> <i>Харченко А. О. ЛГУ ЛНР, Луганск</i> <i>Руководитель – доцент, к. т. н. Чаленко А. В.</i>	54
3.8	<b>РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ О ДВИЖЕНИИ КВАНТОВОМЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИСТЕМЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ МАТЕМАТИКИ</b> <i>Кучинская К. А. ЛГУ ЛНР, Луганск</i> <i>Руководитель – доцент, к. т. н. Чаленко А. В.</i>	55
3.9	<b>ВЛИЯНИЕ РАСХОДА РАБОЧЕГО ГАЗА В СВЧ-ПЛАЗМОТРОНЕ НА СТЕПЕНЬ КОНВЕРСИИ</b> <i>Саркисов А. А. ЛГУ ЛНР, Луганск</i> <i>Руководитель – аспирант, ассистент Сорока Н. В.</i>	56
3.10	<b>СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ, ГОРНЫХ ПОРОД И ПОЧВ</b> <i>Грищенко М. Н. ЛГУ ЛНР, Луганск</i> <i>Руководитель – старший преподаватель Гречка В. А.</i>	57
3.11	<b>РАДИАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ПОРОДНОГО ОТВАЛА ШАХТЫ «ОРЕХОВСКАЯ»</b> <i>Грищенко М. Н. ЛГУ ЛНР, Луганск</i> <i>Руководитель – доцент, к. т. н. Воробьев С. Г.</i>	58
3.12	<b>НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭФФЕКТЫ В ОПТИКЕ</b> <i>Мартынюк Н. А. ЛГУ ЛНР, Луганск</i> <i>Руководитель – доцент, к. ф.-м. н. Харченко Е. И.</i>	59
3.13	<b>ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФРАКЦИИ</b> <i>Латышев Н. В. ЛГУ ЛНР, Луганск</i> <i>Руководитель – доцент, к. ф.-м. н. Харченко Е. И.</i>	60
3.14	<b>ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ УСИЛЕНИЕ В КВАДРАТИЧНОЙ СРЕДЕ</b> <i>Демин М. А. ЛГУ ЛНР, Луганск</i> <i>Руководитель – доцент, к. ф.-м. н. Харченко Е. И.</i>	61
3.15	<b>ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УРАВНЕНИЯ НОЛТИНГА-НЕППАЙРЕСА ДЛЯ ОПИСАНИЯ ДИНАМИКИ КАВИТАЦИОННОЙ ПОЛОСТИ ИНИЦИИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКИМ ЭФФЕКТОМ</b> <i>Ефимочкин А. С. ЛГУ ЛНР, Луганск</i> <i>Руководитель – старший преподаватель Каменев С. А.</i>	62
3.16	<b>БЕЗГРАНИЧНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ НАУКИ</b> <i>Запорожец А. В. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – старший преподаватель Малащенко Т. И.</i>	63
3.17	<b>ПОЛУЧЕНИЕ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ В СПЛАВАХ ТИТАНА</b>	64



	<i>Туча Н. Г. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – профессор, к. т. н. Волков А. Ф.</i>	
3.18	<b>КАК ФОТОГРАФИРОВАТЬ АВТОМОБИЛИ</b> <i>Соболев И. Н. ДонНАСА, Макеевка</i> <i>Руководитель – доцент, к. х. н. Соболев О. В.</i>	65
3.19	<b>ВРЕДНЫЕ ВЫБРОСЫ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ</b> <i>Порпленко М. А. ДонНАСА, Макеевка</i> <i>Руководитель – доцент, к. х. н. Соболев О. В.</i>	66
3.20	<b>ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ГРУНТОВ</b> <i>Кугель Е. С. ДонНАСА, Макеевка</i> <i>Руководитель – доцент, к.х.н. Соболев О. В.</i>	67
3.21	<b>НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБЛАСТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЗРЫВОВ НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ</b> <i>Ленькова И. А. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – ассистент Щеголева Т. А.</i>	68
3.22	<b>ФИЗИКИ ДОКАЗАЛИ СУЩЕСТВОВАНИЕ ЭНИОНОВ</b> <i>Скубченко Н. В. АГЗ МЧС ДНР, Донецк</i> <i>Руководитель – доцент, к. ф.-м. н. Глухова Ж. Л.</i>	69
3.23	<b>СОВРЕМЕННЫЙ МИР КВАНТОВОЙ ФИЗИКИ</b> <i>Мельник О. В. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – старший преподаватель Савченко Е. В.</i>	70
3.24	<b>МИКРОВОЛНЫ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЧЕЛОВЕКА</b> <i>Волычева Е. В. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – доцент, к. п. н. Логинова Е. Н.</i>	71
3.25	<b>РОССИЙСКИЕ КВАНТОВЫЕ ИННОВАЦИИ</b> <i>Качамина А. В. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – старший преподаватель Таращ В. Н.</i>	72
3.26	<b>КРИОТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОТЛИВОК ПО ЛЕДЯНЫМ МОДЕЛЯМ</b> <i>Апалинский Н. А. БНТУ, Минск, Республика Беларусь</i> <i>Руководитель – доцент, к. т. н. Гольцова М. В.</i>	73
	<b>Секция 4</b> <b>«ВОДОРОДНЫЙ КЛУБ» ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА, АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА</b> <i>Председатели – Глухова Ж. Л., Щёголева Т. А..</i>	75
4.1	<b>РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ ВОДОРОДНОЙ ОБРАБОТКИ МАТЕРИАЛОВ</b> <i>Волков А. Ф. ДонНТУ, Донецк</i>	76
4.2	<b>ЭНЕРГЕТИКА НОВОГО ВЕКА</b> <i>Лисиченко Е. Т. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – старший преподаватель Малашенко Т. И.</i>	77
4.3	<b>ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: ЧТО ЭТО ТАКОЕ И ПОЧЕМУ ЗА НЕЙ БУДУЩЕЕ?</b> <i>Майданиченко И. С. ДонНАСА, Макеевка</i> <i>Руководитель – магистрант Заикина А. Г.</i>	78
4.4	<b>ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА – НАСТОЯЩЕЕ ИЛИ БУДУЩЕЕ?</b> <i>Саливанчук Е. А. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – ассистент Щеголева Т. А.</i>	79

4.5	<b>ПРОБЛЕМЫ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ</b> <i>Федосов А. А. АГЗ МЧС ДНР, Донецк</i> <i>Руководитель – доцент, к. ф.-м. н. Глухова Ж. Л.</i>	80
4.6	<b>ВОДОРОДНАЯ ЭНЕРГЕТИКА: АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА</b> <i>Литвиненко В. С. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – профессор, к. т. н. Волков А. Ф.</i>	81
4.7	<b>ВОДОРОД КАК ВИД АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ</b> <i>Дяченко Д. А. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – доцент, к. ф.-м. н. Ветчинов А. В.</i>	82
4.8	<b>АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИКА</b> <i>Атанесян Ю. Н. АГЗ МЧС ДНР, Донецк</i> <i>Руководитель – ассистент Щёголева Т. А.</i>	83
4.9	<b>ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВЕТРОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ</b> <i>Могилат А. С. ДонНАСА, Макеевка</i> <i>Руководитель – к. х. н., доцент Сельская И. В.</i>	84
4.10	<b>ПОБЕДЯТ ЛИ ВОДОРОДОМОБИЛИ «ТЕСЛУ»?</b> <i>Серховец А. А. ДонНТУ, Донецк</i> <i>Руководитель – старший преподаватель Савченко Е. В.</i>	85
4.11	<b>ВОДОРОД – ЛЕГЧЕ ВОЗДУХА И ДОРОЖЕ ДОЛЛАРА</b> <i>Биктимиров Т. Д. ДПЭК, Донецк</i> <i>Руководитель – старший преподаватель Савченко Е. В.</i>	86
4.12	<b>ЭКЗОТИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА. СВЕРХТЯЖЁЛЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ</b> <i>Буцкий И. А. АГЗ МЧС ДНР, Донецк</i> <i>Руководитель – ассистент Щёголева Т. А.</i>	87
4.13	<b>ШАРОВАЯ МОЛНИЯ КАК АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ИСТОЧНИК ЭНЕРГИИ</b> <i>Бабанков Р. И. ДонНАСА, Макеевка</i> <i>Руководитель – доцент, к. х. н. Щебетовская Н. В.</i>	88
4.14	<b>МИРНЫЙ АТОМ НА БЛАГО ЧЕЛОВЕЧЕСТВА</b> <i>Гладков Д. А. Технический лицей г. Донецка</i> <i>Руководитель – учитель-методист Колочко И. В.</i>	89
4.15	<b>СОКРАЩЕНИЕ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДОРОДА</b> <i>Татаров И. А. АГЗ МЧС ДНР, Донецк</i> <i>Руководитель – доцент, к. т. н. Хазипова В. В.</i>	90
4.16	<b>ВОДОРОД И ХОЛОДНЫЕ ТРЕЩИНЫ</b> <i>Огоновский М. А., Бычек А. Б. БНТУ, Минск, Республика Беларусь.</i> <i>Руководитель – доц., к.т. н. Гольцова М. В.</i>	91
4.17	<b>ВЫСОКОЭНТРОПИЙНЫЕ СПЛАВЫ И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ</b> <i>Сташкевич В. Г., Миношин В. В. БНТУ, Минск, Республика Беларусь.</i> <i>Руководитель – доц., к.т. н. Гольцова М. В.</i>	92
	<b>СОДЕРЖАНИЕ</b>	93

*Сборник составлен по оригинальным текстам авторов.  
Иллюстрации взяты из открытых источников информации.  
Ответственные за выпуск – Котельва Р. В., Тараш В. Н.*