

Министерство науки и высшего образования РФ  
федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Северный (Арктический) федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова»

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ:  
ФИЗИКА, ХИМИЯ, ТЕХНИКА И ИНЖЕНЕРИЯ**

**23 – 26 апреля 2019 г.**

Архангельск  
2019

УДК 001.895(082)+62-048.35(082)

ББК 20я431+30.9я431

С 23

Редактор:

Юлкова Виктория Михайловна v.ulkova@narfu.ru

Ответственный редактор:

Есеев Марат Каналбекович m.eseev@narfu.ru

**Сборник научных трудов Международной конференции «Инновационные технологии и новые материалы: физика, химия, техника и инженерия», 23 - 26 апреля 2019 г. / М-во науки и высш. образования РФ, Федер. гос. автоном. образоват. учреждение высш. образования «Сев. (Аркт.) федер. ун-т им. М. В. Ломоносова» ; [отв. ред.: М. К. Есеев]. – Архангельск : КИРА, 2019. – 118 с. : табл., ил., граф.**

**ISBN 978-5-98450-651-9**

Сборник включает научные труды Международной конференции «Инновационные технологии и новые материалы: физика, химия, техника и инженерия», проходившей в Северном (Арктическом) федеральном университете им. М.В. Ломоносова 23-26 апреля 2019 года.

Издание осуществлено при финансовой поддержке в рамках конкурса «Молодые ученые Поморья» по мероприятиям, приуроченным к 150-летию со дня рождения изобретателя телевидения Б.Л. Розинга.

УДК 001.895(082)+62-048.35(082)

ББК 20я431+30.9я431

**ISBN 978-5-98450-651-9**

© ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова», 2019

© Есеев М.К., Шабунина Н.В., Ешевский О.Ю., Гусаревич Е.С., Кабанов С.Г., Юлкова В.М., редакционная коллегия, 2019

© Изд-во «КИРА», 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

ИСТОРИЯ КАФЕДРЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ .....	5
КАК ФИЗИКА СЕБЕ ДОМ ИСКАЛА .....	21
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ И ТЕЛЕВИДЕНИЕ – ОТ Б.Л. РОЗИНГА ДО НАШИХ ДНЕЙ.....	45
«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТЕЛЕСКОП» РОЗИНГА Б.Л. И ЗАКАТ ЭЛЕКТРОННОЛУЧЕВЫХ ТРУБОК.....	51
АРХАНГЕЛЬСК ПОМНИТ ИЗОБРЕТАТЕЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ .....	59
СОХРАНЕНИЕ ИСТОРИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ О Б.Л. РОЗИНГЕ КАК ФАКТОР ГРАЖДАНСКОГО СТАНОВЛЕНИЯ ВЫПУСКНИКОВ АРХАНГЕЛЬСКОГО КОЛЛЕДЖА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ (ФИЛИАЛ) ФГБОУ ВО «САНКТ- ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА».....	67
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕЖЧАСТИЧНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НА НАМАГНИЧЕННОСТЬ РАСТВОРА НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТА .....	72
ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕНИ РАСТВОРЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ .....	76
ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛИГРАФОЛОГИИ .....	81
ИССЛЕДОВАНИЕ МОРОЗОСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ.....	85
ПРИМЕНЕНИЕ SLIP-ЭФФЕКТА В САМООЧИЩАЮЩИХСЯ ПОКРЫТИЯХ НА ОСНОВЕ КСЕРОГЕЛЯ ИЗ МНОГОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК ..90	
ПРОЦЕССЫ РАЗРУШЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ЗМ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРОКОРРОЗИИ.....	93
МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО УРОКА ПО ТЕМЕ "ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА" В 9 КЛАССЕ.....	97
GNSS ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ: ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ, СТОИМОСТЬ И ТОЧНОСТЬ.....	103
СТОХАСТИЧЕСКИЙ РЕЗОНАНС В СИСТЕМАХ .....	107
ВЛИЯНИЕ УЧАСТИЯ СТУДЕНТОВ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФИЗИКЕ НА УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА СОДЕРЖАНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ.....	112

## УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!



В 2019 году Северный (Арктический) федеральный университет отмечает несколько юбилейных дат. Это и 90-летие высшего технического образования на Севере и 150-летие со дня рождения великого изобретателя электронного телевидения, работавшего в 1932-1933 гг. на кафедре физики Архангельского лесотехнического института Бориса Львовича Розинга. Поразительны научные достижения и воля ученого не прекращающего работать в условиях ссылки. АЛТИ дал возможность Борису Розингу заниматься исследованиями и разработками по физике и технике. Сегодняшняя кафедра фундаментальной и прикладной физики САФУ

ведет отсчет с момента создания кафедры физики при открытии АЛТИ в 1929 году. За это время подготовлены десятки тысяч специалистов, инженеров, ученых, педагогов которые использовали физику в профессиональной деятельности. Сегодня кафедра развивается, улучшается ее материально-техническая база, абитуриент в стенах САФУ может пройти путь от бакалавра по физике, до магистранта, аспиранта, кандидата и доктора наук. Успешно работают научные школы по теоретической и экспериментальной физике. В 2019 году создан и работает Центр физики, объединивший учебно-научные лаборатории кафедры.

Мы уверены, что работа имеющийся опыт и перспективы развития кафедры фундаментальной и прикладной физики позволят выйти на новый уровень, как в образовательной, так и в научной деятельности в системе высшего образования.

От всей души желаю участникам конференции, коллективу кафедры творческого вдохновения, больших успехов, новых открытий, доброго здоровья, студенческого задора, счастья и благополучия!

*Ректор  
Северного (Арктического)  
федерального университета  
имени М.В. Ломоносова*

*Елена Кудряшова*

## ИСТОРИЯ КАФЕДРЫ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ

Есеев М.К., Шабунина Н.В., Ешевский О.Ю., Гусаревич Е.С.,  
Кабанов С.Г., Юлкова В.М.

Северный (Арктический) федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова

*«Милая Ася!...Я уже установил свои опыты с фотоэлементами в Институте и получил хорошие результаты. Дома же я заканчиваю теоретическую статью о тех же фотоэлементах по заказу из Москвы и после 1 мая пришло. Относительно моих остальных статей я прошу тебя о следующем. В моих бумагах осталась моя рукопись «Новые диалоги Галилея» (о двух системах мира), которой я очень дорожу, так как она посвящена памяти Тamarочки. С нею связана вся моя работа последних 15 лет, приberi ее как следует...»*

*Б.Л. Розинг, 28 апреля 1932 г.,  
Архангельск, АЛТИ*

История развития физического образования и науки на архангельской земле глубока, насыщена и интересна. В разные годы здесь работали такие известные ученые и преподаватели, как изобретатель электронного телевидения Борис Львович Розинг (1931–1932 годы), первый заведующий кафедрами физики АЛТИ и АГПИ Петр Петрович Покотило, воспитавший не одно поколение учителей физики Валерий Анатольевич Ивонинский и многие другие.



*П.П. Покотило со студентами*



*Б.Л. Розинг в лаборатории. Прототип читающей машины для слепых*

Далее представлена более подробная информация об истории кафедр, вошедших в состав кафедры фундаментальной и прикладной физики.

Историю объединённой кафедры, как правопреемника кафедр, вошедших в ее состав, можно отсчитывать с 18 июня 1929 года, когда одновременно с открытием Архангельского лесотехнического института (АЛТИ) в его структуре была создана кафедра физики.

Следующая важная дата – 23 октября 1932 года, когда решением краевого исполнительного комитета Северного края был создан Архангельский вечерний педагогический институт (с 1938 года – Архангельский государственный педагогический институт – АГПИ, с 1993 года – Поморский международный педагогический университет имени М.В. Ломоносова – ПМПУ, с 1996 года – Поморский государственный университет имени М.В. Ломоносова – ПГУ) с отделениями физики, истории, литературы, биологии. С 1 сентября 1934 года отделение физики было преобразовано в физико-математический факультет, создана кафедра физики. В 1987 году на базе кафедры физики АГПИ была создана кафедра информатики и вычислительной техники, которая в 2015 году преобразовалась в кафедру микросистемной техники и цифровых технологий. В июне 1995 г. кафедра физики Поморского международного педагогического университета имени М.В. Ломоносова разделилась на кафедру общей физики и кафедру теоретической физики.

### **История кафедры физики АЛТИ**

Первым заведующим кафедрой физики АЛТИ был доцент Петр Петрович Покотило. Под его руководством кафедра была оснащена лабораторным и демонстрационным оборудованием, были поставлены лабораторные работы по курсу физики. В институте тех лет царил необыкновенный подъем. Студенты принимали непосредственное активное участие в оснащении кафедры приборами и оборудованием. «Они занимались по 8, 10 и даже 12 часов, учились и строили, строили и учились», – так с теплотой вспоминали преподаватели о своих учениках. А первую лекцию по курсу физики Петр Петрович прочитал 10 июня 1930 г. для 180 студентов, зачисленных на первый курс.

В течение первого года работы кафедры учебные занятия вели заведующий кафедрой и 3 преподавателя. Учебный мастер Андрей Федорович Воинов занимался изготовлением, отладкой и ремонтом лабораторного и демонстрационного оборудования. На кафедре проводилась научная работа по изучению физических свойств древесины в научно-исследовательской лаборатории, организатором и руководителем которой был П.П. Покотило.



*Борис Львович Розинг  
(1896-1933)*

Он был специалистом высокой квалификации, отличался глубоким знанием своего дела и высокой культурой. В 1953 г. За безупречную работу П.П. Покотило был награжден орденом Трудового Красного Знамени. Благодаря усилиям и настойчивости Петра Петровича в 1931–1933 годах на кафедре физики АЛТИ получил возможность работать необоснованно репрессированный и высланный из Ленинграда один из основоположников электронного телевидения профессор Борис Львович Розинг.

Доцент П.П. Покотило руководил кафедрой до 1939 г. В это время на кафедре работали уже 6 преподавателей и 5 сотрудников учебно-вспомогательного персонала.

Среди них старший преподаватель Н.Н. Замяткин, ассистенты Т.С. Шредер, И.Д. Красильников, С.Н. Мерцалова, учебные мастера А.Ф. Воинов и В.А. Сороченков. В середине 30-х годов на кафедру пришла Анна Павловна Иващенко, проработавшая старшим лаборантом свыше 40 лет (1935–1975). Она одновременно была бессменным секретарем кафедры.

В предвоенные годы (1939–1940) кафедру возглавлял Андрей Николаевич Дьячков. Учебные занятия не прекращались и в годы войны, хотя штат кафедры сократился, и сотрудники часто менялись. Руководили кафедрой в этот период сначала Иван Михайлович Дмитриев (1941–1944), а затем Валентин Васильевич Оболенский (1944–1945).



*Ассистент Мерцалова  
Софья Николаевна*



*Старший лаборант кафедры  
физики Иващенко Анна Павловна*

В первые послевоенные годы было восстановлено пострадавшее в результате бомбежек оборудование, поставлены новые лабораторные работы учебным мастером Василием Алексеевичем Лебедевым и его помощниками под руководством заведующих кафедрой Василия Афанасьевича Радченко (1948–1950) и Цыбена Никитича Вампилова (1950–1951). В эти же годы на кафедру была приглашена выпускница химико-технологического факультета АЛТИ Маргарита Михайловна Рюмина, проработавшая старшим преподавателем до 1979 г.

В 1951–1966 гг. кафедру возглавлял доцент Василий Алексеевич Юрков, под руководством которого была проведена модернизация лабораторий на основе современного для того времени оборудования. Большой вклад в выполнение этих работ внес и В.А. Лебедев.



*Лекцию по физике читает старший преподаватель Рюмина М.М.*



*Заведующий кафедрой физики Юрков В.А. занимается исследовательской работой в области физики полупроводников*

В начале 60-х годов по инициативе В.А. Юркова и при его участии были разработаны установки для выполнения научных исследований в области физики полупроводников и физики твердого тела. Результаты исследований публиковались в центральных научных журналах.

В эти же годы В.А. Юрковым для работы на кафедре были приглашены выпускники Архангельского педагогического института (потом переименованный в Поморский государственный университет) Л.А. Ивонинская, Г.В. Яблоновский, Н.А. Дутьшева, В.В. Добрынина, К.П. Логинова, З.М. Савичева, С.П. Артюхов, З.Г. Иващенко, Ю.В. Логинов, М.М. Яблоновская, Ф.А. Боднарюк, Л.Ф. Тренина, А.В. Плахтиенко, Л.В. Филимоненкова. Все они прошли обучение на факультетах повышения квалификации ведущих вузов России и со временем составили основу педагогического коллектива кафедры.



*Добрынина  
Валентина Васильевна*



*Филимоненкова  
Людмила Васильевна*

Первой на кафедре в 1971 г. защитила кандидатскую диссертацию безвременно ушедшая из жизни доцент Валентина Васильевна Добрынина. Она была отличным лектором, методистом, долгое время была председателем методической комиссий кафедры. В 1972 году подготовила и защитила кандидатскую диссертацию Людмила Васильевна Филимоненкова, в середине 70-х годов кандидатами наук стали преподаватели кафедры Виктор Васильевич Некрасов, Зинаида Михайловна Савичева, Александр Васильевич Плахтиенко.

Более 30-и лет (1955–1987) проработала на кафедре выпускница Ленинградского университета старший преподаватель Людмила Федоровна Степанова, осуществившая постановку научных работ в области рентгено-структурного анализа.

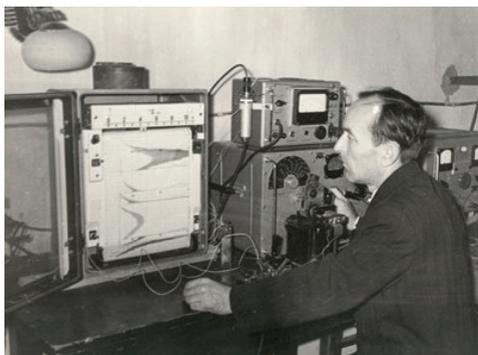
В 1972–1976 гг. кафедрой руководил к.ф.-м.н. доцент Виктор Михайлович Южаков.

В 1954–1994 гг. на кафедре работал к. х. н. доцент Виктор Васильевич Некрасов, возглавлявший ее в 1966–1972 гг. и 1976–1986 гг. Под его руководством лабораторный практикум курса физики был разбит на циклы, что позволило до минимума сократить временной разрыв между лекционными занятиями и лабораторными работами по соответствующим темам. Были поставлены ряд новых лабораторных работ при непосредственном участии заведующего лабораторией Евгения Дмитриевича Плечова, 30 лет жизни которого из отпущенных судьбой 50-ти были связаны с университетом и кафедрой.

В.В. Некрасов руководил научной работой кафедры в области изучения физических свойств древесины и продуктов ее переработки, большое внимание уделял привлечению для работы на кафедре молодых выпускников вузов. Были направлены в аспирантуру, защитили кандидатские диссертации Сергей Евграфович Ефимовский, Василий Викторович Аксёнов, Андрей Владимирович Соловьев.



*Старший преподаватель  
Л.Ф. Степанова проводит  
научные исследования в обла-  
сти рентгено-структурного  
анализа*



*Заведующий кафедрой физики  
В.В. Некрасов изучает физические  
свойства продуктов химической  
переработки древесины*

В 1987 году возглавил кафедру доцент Андрей Иванович Аникин, выпускник факультета промышленной энергетики АГТУ, в состав которого и входила кафедра физики. В настоящее время успешно трудятся на кафедре выпускники этого факультета доцент Василий Викторович Аксенов, старший преподаватель Владимир Эдуардович Махин. На кафедре работал выпускник факультета Валерий Валентинович Рохин, пришедший на педагогическую работу с производства, а затем защитивший кандидатскую диссертацию и получивший звание доцента. Выпускница химико-технологического факультета старший лаборант Татьяна Михайловна Плечова проработала на кафедре 30 лет.

На кафедре физики работали и работают выпускники Поморского государственного университета старшие преподаватели Надежда Викторовна Некрасова, Лидия Николаевна Фролова, доценты Наталья Владимировна Шабунина, Марина Геннадьевна Берденникова, Виктория Михайловна Юлкова, ведущий программист Надежда Германовна Яшкова, программист Любовь Анатольевна Белошицкая, учебный мастер Эльвина Михайловна Чередникова.

Немаловажную роль в слаженном коллективе кафедры играет документовед Наталья Павловна Ермакова, с 2001 г. работающая на кафедре.

В 1992 г. на кафедре был организован класс персональных компьютеров. Чтение лекций осуществлялось в 3 лекционных аудиториях, оснащенных мультимедийным оборудованием. В 2007 году открылась аудитория имени Б.Л. Розинга, в которой представлена небольшая экспозиция о Б.Л. Розинге.



*Лекционная аудитория им. Б.Л. Розинга*

*Аникин Андрей Иванович*

В 2007 г. при кафедре физики была организована «Научная школа студента-исследователя», руководила которой к.п.н. старший преподаватель Зинаида Алексеевна Демченко. Студенты-слушатели школы обучались основам научной работы, участвовали в олимпиадах, семинарах, конференциях, готовили к публикации статьи. В 2009 г. школой были проведены научно-практические семинары, посвященные 140-летию со дня рождения профессора Б.Л. Розинга и 150-летию со дня рождения И.В. Мещерского.

### **История кафедры общей физики ПГУ**

Одним из первых факультетов Архангельского педагогического института стал физико-математический. Кафедра физики под руководством своего первого заведующего – Петра Петровича Покотило – приступила к закупке оборудования в Москве и Ленинграде, конструированию и производству различной аппаратуры и фундаментальных установок сначала при содействии мастерских лесотехнического института, а затем и в собственной учебной мастерской, организованной при кафедре.

Когда в 1939 году институту было передано здание Высшей коммунистической сельскохозяйственной школы, коллектив кафедры физики быстро оборудовал необходимые лаборатории и лекционный зал по физике. Вскоре был организован и кабинет-лаборатория по методике преподавания физики. Непрерывно шло приобретение научной и учебной литературы.

В это время работали замечательные педагоги, оставившие след в развитии факультета, такие как Б.А. Кузнецов, П.В. Дубровин.

В послевоенный период важную роль в развитии научных кадров сыграли выпускники физико-математического факультета И.А. Плотцын и Л.И. Мокиевский. Игорь Александрович Плотцын закончил аспирантуру по теоретической физике, в 1955 году защитил кандидатскую диссертацию, впоследствии возглавил кафедру математики и сконцентрировал свои усилия на подготовке научных кадров по математике. Леонардо Иванович Мокиевский закончил аспирантуру по экспериментальной физике при ЛГПИ им. А.И. Герцена и защитил кандидатскую диссертацию в 1957 году. Именно в эти годы на кафедре физики появляются первые научные экспериментальные установки. В сентябре 1957 года при факультете была создана самая северная станция визуального наблюдения за искусственными спутниками Земли. Многочисленные благодарственные грамоты Астросовета АН СССР служат убедительным доказательством успешной работы дружного коллектива «стражей неба».



*П.В. Дубровин*



*Игорь Александрович Плотцын*



*Леонардо Иванович Мокиевский*

В период с 1960 года по инициативе Л.И. Мокиевского ежегодно посылаются в аспирантуру при ЛГПИ им. А.И. Герцена З.Н. Ивонинская, Г.Д. Копосов, Т.И. Глухова и Г.Д. Колпачников. В 1966 году Л.И. Мокиевский уезжает в Пензу по семейным обстоятельствам. К 1972 г. на кафедре физики уже работает 3 дипломированных специалиста (Т.И. Глухова, Г.Н. Колпачников, Г.Д. Копосов). Далее аспирантуру при ЛГПИ им. А.И. Герцена заканчивают

А.Н. Суровцев, А.С. Крылов, М.С. Васькин. В итоге к середине 80-х годов на кафедре физики было уже 6 дипломированных специалистов.

В 70-е годы появляется первая научная лаборатория по физике. Коллективными усилиями создаются установки: установка по созданию однородного распределения примеси, установка по электроискровой резке, установка по измерению электрических и гальваномагнитных свойств, установка по выращиванию ориентированных монокристаллов висмута. В 1984 году была выполнена первая хозяйственная работа по созданию датчиков теплового потока на основе анизотропных термоэлементов.

На изломе 70–80 годов, после «ленинградского» периода подготовки кадров начался «московский». Г.Н. Колпачников, став проректором по научной работе, решительно поменял ориентацию в подготовке кадров на московские вузы: МОПИ им. Н. К. Крупской и МГПИ им. В. И. Ленина. В первый из названных были направлены в аспирантуру Н.Я. Ушакова, А.К. Титов и В.Н. Попов. Во втором вузе прошли подготовку Л.А. Ворожцова и Л.Н. Шестаков. Все они успешно защитили диссертации. Направление по методике преподавания физики ведет С.М. Волова, защитившая кандидатскую диссертацию в 1988 году.



*Г.Д. Копосов*



*Г.Н. Колпачников*

Более того, продолжив занятия наукой, в дальнейшем Л.Н. Шестаков (2002 г.) и В.Н. Попов (2007 г.) защитили докторские диссертации. Резюмируя итоги этого периода, следует отметить повышение интенсивности в подготовке научных кадров. В этот же период (в 1985 г.) от кафедры физики «отпочковалась» кафедра информатики и ВТ во главе с Анатолием Николаевичем Суровцевым. Заведующим кафедрой физики вновь становится в 1986 г. Геннадий Дмитриевич Копосов (до этого он руководил кафедрой в 1965–1966 и 1968–1973 гг.) и бессменно руководил ею до 2010 года.



*А.С. Крылов*



*Л.Н. Шестаков*

Начало нового периода развития кафедры относится к середине 1990-х, когда институт получает статус классического университета. Из физико-математического выделяются математический и физический факультеты, из кафедры физики – кафедры общей и теоретической физики.

В 1997 г. открываются специальности аспирантуры по физическим направлениям, в том числе 01.04.07 «Физика конденсированного состояния» и чуть позже 13.00.02 «Теория и методика обучения и воспитания (физика)». После этого выпускники физмата дружно пошли «в науку» закончили аспирантуры в разных вузах и защитили диссертации уже десятки человек, некоторые из них работают в родном вузе (например, выпускники аспирантур кафедры общей физики О.Ю. Ешевский, Д.Ю. Бардюг, М.Г. Берденникова, А.В. Тягунин).

В 1996 г. при кафедре общей физики была создана лаборатория прикладной физики (ныне – лаборатория физики дисперсных систем), ставшая базой для аспирантских и магистерских диссертационных исследований, экспериментальных дипломных работ и для проведения научно-производственных практик студентов.

### **История кафедры теоретической физики**

В июне 1995 г. кафедра физики Поморского международного педагогического университета имени М.В. Ломоносова была разделена на кафедру общей физики и кафедру теоретической физики. Исполняющим обязанности заведующего кафедрой теоретической физики был назначен кандидат физико-математических наук Александр Константинович Титов. С 6 февраля 1996 г. заведующим кафедрой теоретической физики становится д.ф.-м.н., профессор Леонид Иеронимович Меньшиков, работавший в то время в Курчатовском институте (г. Москва).

Под руководством Меньшикова Л.И. открывается аспирантура по специальности 01.04.02 – «теоретическая физика». В 1997 году первым аспирантом становится Есеев М.К., работавший на кафедре в должности ассистента. На тот момент на кафедре в качестве преподавателей работали также Васькин М.С., Матлин Л.Ш., Кононов Б.П., Коткин Н.И., Плотицин И.А., Попов В.Н.



*А.К. Тутов*



*Л.И. Меньшиков*

В 2000 году в Архангельск на постоянное место жительства приехал д.ф.-м.н., профессор Ташкентского государственного университета Виктор Иванович Матвеев, который стал работать на кафедре теоретической физики. Под его руководством открывается аспирантура по специальности 01.04.04 — «физическая электроника». В 2001 году в аспирантуру по этому направлению поступил Гусаревич Е.С., который также был зачислен на должность ассистента кафедры. Примерно в то же время Есеев М.К. защитил кандидатскую диссертацию на тему «Элементарные процессы с участием экзотических атомов» в РГПУ им. А.И. Герцена по специальности 01.04.02 – теоретическая физика.

В 2002 году на кафедре теоретической физики ПГУ под руководством В.И. Матвеева была создана лаборатория теоретической физики (ЛТФ). Сферу научных интересов сотрудников ЛТФ составляли столкновения тяжёлых ионов, ионное распыление металлов в виде кластеров, взаимодействия атомов с ультракороткими импульсами электромагнитного поля, элементарные процессы с участием экзотических атомов.

С сентября 2002 года в ЛТФ под руководством В.И. Матвеева стал работать еженедельный научный семинар, на котором рассматривались и решались как научные проблемы, так и учебно-методические вопросы.



*В.И. Матвеев*



*М.К. Есеев*

С 2003 года на кафедре в должности старшего преподавателя начинает работать Цыганов В.Л., с 2004 – Павлова Л.Н., а в 2005 – Сидоров Д.Б. в должности ассистента. В период с 2004 по 2006 на кафедре появляются новые молодые кандидаты наук. Ведётся подготовка аспирантов по направлению 01.04.02 – теоретическая физика и 01.04.04 – физическая электроника. Работает межрегиональный диссертационный совет по специальности 01.04.04 – физическая электроника. Сначала, в июне 2004 года, защищает свою кандидатскую диссертацию Гусаревич Е.С., а двумя годами позднее, в 2006 году – сотрудники кафедры: Кочкин С.А., Рябченко С.В. и Пашев И.Н.

В 2006 году на базе лаборатории теоретической физики ПГУ был создан Центр теоретической физики (ЦТФ), директором которого стал В.И. Матвеев. Теоретические исследования в ЦТФ осуществляются в тесной связи с современными экспериментами и технологическими разработками. Создаются соответствующие модели и методики расчётов, и на их основе проводятся конкретные вычисления. Ведётся подготовка высококвалифицированных молодых учёных и преподавателей старших курсов.

В июне 2007 года на кафедре появляется новый доктор наук – состоялась защита докторской диссертации Попова В.Н. В том же году на кафедре начинает работать д.ф.-м.н., профессор Видякин В.В., который в то время преподаёт астрономию.

В 2008 году на кафедре происходят большие изменения – новым заведующим кафедрой теоретической физики становится В.И. Матвеев. Также в мае 2008 успешно защищает кандидатскую диссертацию Сидоров Д.Б., а позднее, в 2010 году, после защиты кандидатской диссертации на кафедре появляется новый сотрудник – Макаров Д.Н.

В 2014 году в Лаборатории теоретической физики имени Н.Н. Боголюбова Объединенного института ядерных исследований

(г. Дубна, Московской области) докторскую диссертацию защищает доцент кафедры Есеев М.К.

За годы работы сотрудники кафедры неоднократно становились победителями различных конкурсов, были руководителями грантов российских и международных фондов, Президента РФ, лауреатами Ломоносовской премии, премии международной межправительственной организации Объединенный институт ядерных исследований.

### **История кафедры микросистемной техники и цифровых технологий**

Кафедра «Информатики и вычислительной техники» была создана в 1986 году. Инициатором ее создания был кандидат физико-математических наук, декан физико-математического факультета Александр Сергеевич Крылов и ее бессменный руководитель кандидат физико-математических наук, доцент Анатолий Николаевич Суровцев. В те годы это была одна из немногих кафедр, в техническое обеспечение которой входили персональные компьютеры. В распоряжении кафедры было два класса ПК «Ямаха», что позволяло не только проводить занятия по информатике и программированию со студентами всех факультетов ПГУ, но и активно сотрудничать со школами города.



*Занятия в классе КУВТ Ямаха,  
начало 90-х годов*



*Основатель и руководитель  
кафедры долгие годы –  
А.Н. Суровцев*

В разные годы на кафедре преподавали М.С. Тарасова, А.К. Титов, С.Г. Кабанов, О.А. Юфрякова, И.В. Тестова, Н.Н. Нуромская, внесшие весомый вклад в дело развития кафедры и превращения ее в современную высокопрофессиональную кафедру, не только подготавливающей учителей со специальностью «Информатика», но и инженеров информационных технологий.



*С. Г. Кабанов за центральной  
машиной Ямаха, конец 80-х годов*



*Преподаватели кафедры,  
1993 год*

В 2000 году кафедру переименовали в кафедру «Информатики, ВТ и методики преподавания информатики», что отражало ее ведущую роль в регионе в деле подготовки специалистов в области преподавания информатики.

С 2009 кафедрой руководил к. пед. н., доцент Алексей Юрьевич Лагунов, внесший значительный вклад в дело развития кафедры и превращения ее в кузницу высококвалифицированных специалистов.

В 2014 году в соответствии с требованиями времени, развитием цифровых технологий, расширением возможностей кафедры по подготовке современных квалифицированных специалистов в различных сферах, кафедра стала именоваться «Кафедра микросистемной техники и цифровых технологий».

Кафедра фундаментальной и прикладной физики Северного Арктического федерального университета имени М.В. Ломоносова образована 1 января 2017 года путем слияния 4 кафедр: кафедры физики, кафедры теоретической физики, кафедры общей физики и кафедры микросистемной техники и цифровых технологий. Это слияние отражает на своем примере интеграционные процессы, которые произошли в системе высшего образования Архангельской области.

На сегодняшний день на кафедре реализуются программы бакалавриата по направлениям «Педагогическое образование. Физика и информатика», «Нанотехнологии и микросистемная техника», возобновлен набор на направление бакалавриата «Физика», успешно обучаются магистранты по направлению «Физика» с направленностью «Радиационная и волновая диагностика устройств и материалов». Обучаются аспиранты по направлениям «Теоретическая физика», «Физическая электроника», «Физика конденсированного состояния вещества», «Методика преподавания физики». Сотрудники кафедры принимают активное участие в подготовке специалистов по направ-

лению «Медицинская биофизика». Преподают физика и специализированные дисциплины для инженеров. Всего реализуется более 350 дисциплин в год. Наши выпускники успешно работают во многих организациях Архангельской области и страны. Это депутаты Государственной Думы РФ (Д.В. Юрков), учителя физики и информатики, ученые, инженеры строители, физики. Много выпускников работает на высокотехнологичных установках и производствах в Северодвинске, в медицине, строительстве и др.

На кафедре в 2018-19 учебном году работают более 50 сотрудников на основных должностях и привлечённые как внешние специалисты.



*Сотрудники кафедры фундаментальной и прикладной физики, 2019 г*

Штатный состав кафедры это заведующий кафедрой д.ф.-м.н. Есеев Марат Каналбекович, доценты к.т.н. Аксенов Василий Викторович, к.ф.-м.н. Бардюг Даниил Юрьевич, к.п.н. Берденникова Марина Геннадьевна, к.ф.-м.н. Гусаревич Евгений Степанович, к.ф.-м.н. Ешевский Олег Юрьевич, к.ф.-м.н. Копосов Геннадий Дмитриевич, к.п.н. Лагунов Алексей Юрьевич, д.ф.-м.н. Макаров Дмитрий Николаевич, к.п.н. Мартынов Георгий Валерьевич, к.т.н. Оруджова Ольга Низамиевна, к.ф.-м.н. Рябченко Сергей Васильевич, к.ф.-м.н. Сидоров Дмитрий Борисович, к.ф.-м.н. Суровцев Анатолий Николаевич, к.ф.-м.н. Титов Александр Константинович, к.ф.-м.н. Тягунин Анатолий Вячеславович, к.п.н. Ужовская Екатерина Михайловна, Федин Дмитрий Александрович, к.п.н. Шабунина Наталья Владимировна, к.ф.-м.н. Шилова Наталья Александровна, к.ф.-м.н. Юлкова Виктория Михайловна, старшие преподаватели Веселков Алексей Юрьевич, Волков Александр Сергеевич, Гошев Андрей Александрович, к.ф.-м.н. Капустин Сергей Николаевич, Махин Владимир Эдуардович, Самылова Нина Сергеевна, Софронов Евгений Леонидович, Фролова

Лидия Николаевна, ассистент Косилова Елена Александровна, зав. лабораториями Верина Людмила Никифоровна, Константинов Василий Геннадьевич, специалисты по учебно-методической работе Ермакова Наталья Павловна, Филина Ирина Михайловна, учебные мастера Лазарева Ольга Владимировна, Чередникова Эльвина Михайловна, инженер Орлов Алексей Викторович, лаборант Троян Галина Сергеевна.

*Международная конференция «Инновационные технологии и новые материалы: физика, химия, техника и инженерия», приуроченная к 150-летию со дня рождения изобретателя телевидения Б.Л. Розинга проведена при поддержке гранта «Молодые ученые Поморья» 2019 года.*

## КАК ФИЗИКА СЕБЕ ДОМ ИСКАЛА

Капустин С.Н.

Как заметил один ехидный писатель, мы живем в эпоху, когда рассказ принято начинать с конца, затем возвращаться к началу и заканчивать серединой. В научной литературе такой прием используется редко, поэтому попробуем сделать именно так для вящего удовольствия читателя.

15 марта 2019 года в главном корпусе САФУ им. М.В. Ломоносова была проведена церемония торжественного открытия особой именной аудитории № 1140, посвященной Жоресу Ивановичу Алфёрову, нобелевскому лауреату и почетному доктору САФУ.

1 июня 2019 года там же прошла церемония открытия «Центр Физики САФУ». Вокруг кабинета № 1140 выросли новые лаборатории, закончился ремонт всего крыла главного корпуса, были проведены первые занятия. На данный момент «Центр физики» – это одиннадцать лабораторий, один лекционный зал и два помещения для сотрудников.

Однако многие сотрудники университета используют между собой другое название центра: «Дом физики». Это не случайно. Как любил говорить академик Тимофеев-Ресовский, "наука баба веселая и звериной серьезности не терпит". Внутри перестроенного крыла здания спряталась улица Ньютона, площадь истории и целая аллея Эйнштейна! Авторы этого безобразия считают, что помимо оборудования и научной школы важнейшим условием воспитания нового поколения исследователей является создание определенной атмосферы, которая бы направляла мысли человека в нужную сторону, поэтому особое оформление отличает «Дом физики» от других мест университета. Здесь есть место для отдыха с физическим пейзажем, миниатюрный музей с редчайшими экспонатами – столетними книгами и приборами, на вас всюду взирает особая символика. И не только оформление – задуманный как центр коллективного пользования «Дом» акцентирован на работу с магистрами, аспирантами и молодыми учеными. Извечная беда многих уже сложившихся лабораторий – пускают работать туда молодых исследователей с неохотой и опаской, особенно когда речь идет о непрофильных исследованиях. Кто потом сломанные приборы чинить будет? Что бы предоставить место, где могла бы развернуть свои работы молодежь, и был придуман «Дом физики».

Давайте пройдемся же по дому физики и осмотрим его своими глазами. Начнем с карты на развороте.

# ЦЕНТР ФИЗИКИ (ЦКП-3)



- объединение различных лабораторий, предназначенных как для проведения научно-исследовательских работ с использованием лазера, спектров, так и для обучения школьников, студентов и магистров. Для возможности проведения фундаментальных и прикладных исследований, включает в себя: получение наночастиц с использованием оборудования и использование его в образовательных, научных и коммерческих целях.

- 1128 ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКИ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ
- 1129 ЛАБОРАТОРИЯ РАДИАЦИОННОЙ И ВОЛНОВОЙ ДИАГНОСТИКИ
- 1130а ЛАБОРАТОРИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ ФИЗИЧЕСКИХ ПРАКТИКУМОВ
- 1133н ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИКИ БИОФИЗИКИ
- 1134 НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «РОССИЙСКАЯ АРКТИКА»
- 1135 КАФЕДРА ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ
- 1136 ЛАБОРАТОРИЯ МЕХАНИКИ И МОЛЕКУЛЯРНОЙ ФИЗИКИ
- 1137 ЛАБОРАТОРИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТИЗМА
- 1138 ЛАБОРАТОРИЯ ОПТИКИ И АТОМНОЙ ФИЗИКИ
- 1139 АУДИТОРИЯ НОБЕЛЕВСКОГО ЛАУРЕАТА, АКАДЕМИКА, ПОЧЕТНОГО ДОКТОРА САФУ ИМ. МВЛЮЖИНОСОВА Ж.И. АЛТЕРОВА
- 1140 ЛАБОРАТОРИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ПРИНЦИПОВ МИКРОСИСТЕМНОЙ ТЕХНИКИ
- 1141

Если мы пойдем по улице Ньютона, первое что мы увидим – лаборатория физики дисперсных сред в кабинете 1128. Она – с родословной. Лаборатория была организована в 1996 г. как лаборатория прикладной физики. В 2004 г. лаборатория переименована в лабораторию физики дисперсных систем. Стимулом для создания лаборатории явилось преобразование университета в классический. Большой вклад в становление лаборатории, в приобретение первого оборудования, в выбор тематики научных исследований внёс профессор кафедры общей и экспериментальной физики МПГУ Ильин В. А. С его помощью была создана первая экспериментальная установка для исследования электрофизических свойств в СВЧ диапазоне электромагнитных полей, а с 1997 г. начались регулярные исследования. Вторым значимым шагом в развитии лаборатории явилось создание в 1998 г. самобытной установки для проведения калориметрических исследований влагосодержащих дисперсных сред (ВДС) в области низких температур. Необходимость в проведении таких исследований была связана с решением проблемы существования сегнетоэлектрического фазового перехода во льду в области низких температур. Калориметрические исследования ВДС, не имеющие аналогов в России и за рубежом, стали ключевыми на период с 1998 г. по 2004 г. С 2002 г. началось исследование магнитных свойств дисперсных сред, для чего опять были сконструированы специальные установки. После 2004 г. приоритетными стали исследования электрофизических свойств в постоянных и низкочастотных электрических полях, что потребовало создания трёх измерительных стендов. Сегодня материально-техническое обеспечение лаборатории предполагает проведение научных исследований влагосодержащих дисперсных систем, наноматериалов и метаматериалов, лигнинов и других веществ, в том числе и в области низких температур, что является актуальным для циркумполярного пространства.

Напротив неё – лаборатория радиационно-волновой диагностики 1129. Она была создана в 2019 году специально для подготовки одноименной специальности магистратуры и переподготовки сотрудников АО «ЦС «Звездочка». Надеюсь, когда-нибудь мы напишем про неё много хорошего, но пока она самая молодая из всех лабораторий дома физики.

Аудитория 1130 – лаборатория специальных физических практикумов. В ней проводятся практические и лабораторные занятия по специальным дисциплинам: «Физика конденсированного состояния вещества», «Кинетические явления», «Физика полупроводников», «Методология физического эксперимента», «Избранные главы физики», «Физика диэлектриков» и другие. Лаборатория специальных физических практикумов адаптирована для самостоятельных исследований обучающихся.

Заканчивается улица Ньютона уголком отдыха и кабинетом 1133н – лабораторией нанотехнологий. За номер этого кабинета долго шла война. Буква «н» была призвана символизировать основное поле деятельности лаборатории и отличать лабораторию от соседнего помещения 1133 – Центра стратегических исследований Арктики. Однако, когда дело дошло до вывески новых табличек, к номеру кабинета внезапно прикрепилась незванная буква «а» – номера кабинетов переприсваивали без осмотра места действия. Букву «н» пришлось периодически пририсовывать маркером прямо на табличке и так продолжалось два года. Первыми сдались сотрудники вахты – и начали выдавать ключ с исправленной надписью «1133н». И лишь после образования «Центра физики» истинное название заняло своё место в документах!

Лаборатория была создана в 2014 году по инициативе М.К. Есеева. Она была задумана как учебно-научная, полного цикла действия. Имеющееся оборудование позволяет создавать углеродные наноструктуры – нанотрубки, графен, наноалмазы, обнаруживать их в продуктах синтеза, исследовать их свойства и создавать с их помощью различные композитные материалы.

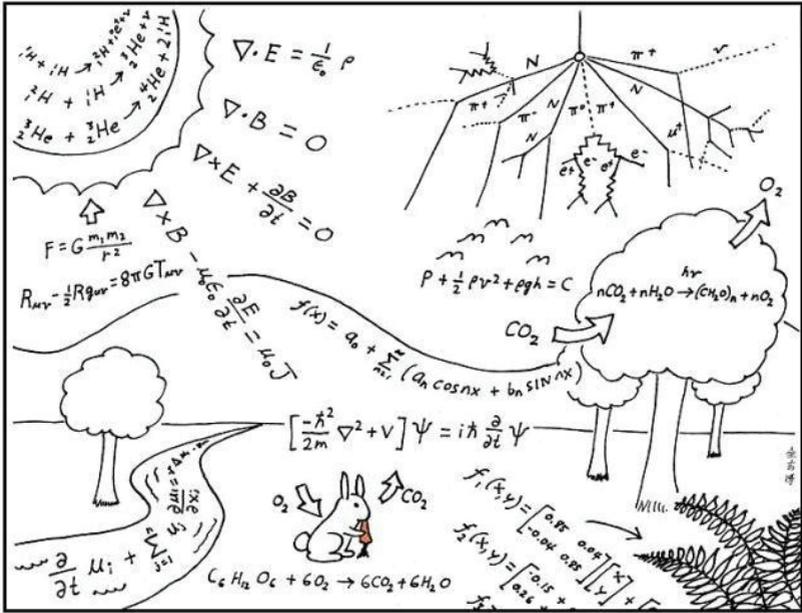
Ведется комплексное изучение свойств углеродных нанобъектов и их поведения в полимерных матрицах при различном типе и степени их функционализации. В перспективе полученные знания могут быть полезны при разработке ионисторов, конструкционных композитов, устройств молекулярной электронике, упрочненного химического волокна. Активно разрабатываются сверхгидрофобные антиобледенительные покрытия.

Кроме того, ведутся активные работы по изучению неаддитивности процессов коррозионного и кавитационного разрушения металлов, за что сотрудники лаборатории получили в 2018 году из рук губернатора Ломоносовскую премию.

Уголок отдыха снабжен скамейками, столиками для ноутбуков с розетками, маркерной доской для записей умных мыслей и специальной яблоней для размышления, которая помогает эти умные мысли генерировать. К сожалению, из-за требований техники безопасности яблоки пластмассовые, но мы надеемся что когда-нибудь сработают и они.

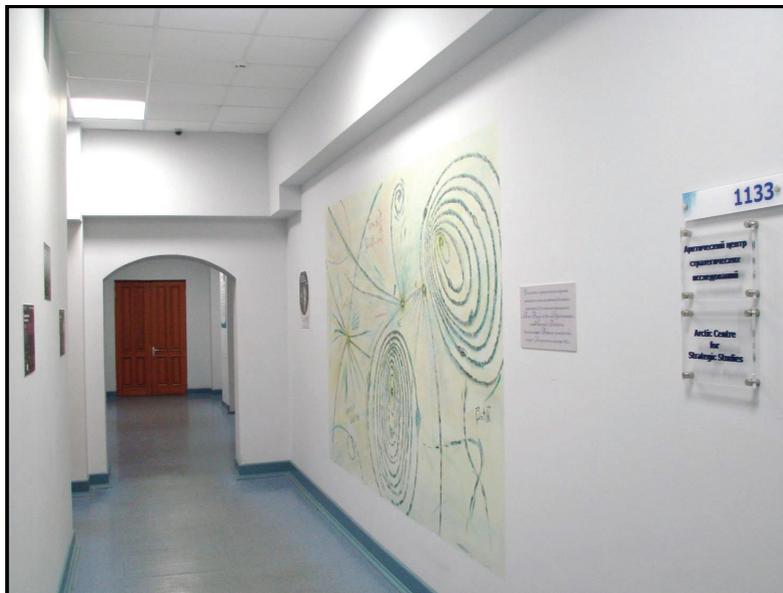
На стене нарисовано граффити «Мир глазами физика» – картина, иллюстрирующая профессиональную деформацию физиков. Привыкнув мыслить языком теорий и моделей иногда трудно увидеть вселенную такой, какой она является нормальным людям. На самом деле уголок отдыха рассчитан не столько для отдыха, сколько для работы. Физикой зачастую заниматься в рабочее время просто не когда – то занятия вести надо, то бюрократия заедает.

Изначальная задумка...



... и её воплощение художником Ильей Трещевым.

Чтобы добраться до аллеи Эйнштейна, свернем в квантовый переход – другой дороги с улицы Ньютона туда нет, что глубоко символично. Справа – кабинет не отмеченный на карте значком – это центр стратегических исследований Арктики. Не отмечен он был специально, что бы его сотрудники не подумали, что мы хотим захватить их территорию. Однако после установки стенда с картой те подошли к нам поинтересоваться, почему же мы их так проигнорировали. Этим абзацем исправляем это досадное недоразумение!



*«Окно в микромир», местоположение – квантовый переход.*

*Автор – Андрей Гошев.*

Там же расположено и второе граффити, которое называется «Окно в микромир». Его автор – наш аспирант, Андрей Гошев, будущий специалист по ультракоротким лазерным импульсам. На нем изображено рождение электрон-позитронной пары. Поль Дирак, получивший уравнение с двумя корнями, не стал отбрасывать, казалось бы, бессмысленное решение, и предсказал существование позитрона. Философский подтекст граффити его таков: мало получить ответ, надо еще правильно понять, что он означает. Полтора землекопа из школьной задачи – это не только неправильный ответ, это ещё и производительный землекоп работающий с ленивым товарищем. Умение расширять понятийный аппарат таким образом – важнейшее качество ученого.

Что же касается самого рисунка, то можно сказать что абстракционизм, наверное самое лучшее средство (помимо уравнений) для представления квантового мира. А еще в незаметном закутке квантового перехода находится столик для буккросинга!

Дальше – площадь истории. Она содержит наш миниатюрный музей, где собраны старинные приборы. Композицию возглавляет стоящий на витрине гальванометр фирмы Сименс, сделанный в самом начале XX века. Приборы двадцатых-тридцатых годов легко опознаются по сочетанию дерева и латуни, чуть позже появляются первые приборы из пластика, а в пятидесятые становятся нормой металлические корпуса. Рядом расположен шкаф с не менее древними книгами и научными справочниками.

На площади истории есть и те, кто будет эту историю создавать – здесь находится помещение кафедры фундаментальной и прикладной физики, а так же научно-образовательный центр Российская Арктика: новые материалы, технологии и методы исследования. Он был создан 4 апреля 2019 года и во многом он является развитием центра теоретической физики появившегося в 2006 году и работавшего под руководством В.И. Матвеева. Целью НОЦ является разработка новых материалов, технологий и методов исследования, для решения крупных научно-технологических задач в интересах развития промышленности и экономики, обеспечения связанности территорий за счет создания интеллектуальных цифровых, транспортно-логистических и телекоммуникационных систем для освоения и использования Арктики.

Там же находится и лаборатория биофизики 1136, оборудованная в 2017 году усилиями Александра Волкова. Она является учебной лабораторией. Оборудование лаборатории позволяет проводить учебные эксперименты, исследовать механические, тепловые, электрические свойства биологических тканей, электрофизиологические исследования человека, определять биофизические параметры легких человека, его сенсорных систем. Оборудование лаборатории позволяет проводить более 60 лабораторных работ по биофизическим дисциплинам, в том числе по биоинженерии, биоэлектронным интерфейсам и человеко-машинному взаимодействию.

На этом обзор площади истории завершен, пойдёмте дальше. Впереди – аллея Эйнштейна. Справа будут портреты нобелевских лауреатов и стены, исписанные их работами, слева – многие великие ученые и основы физики, выведенные маркером.

Рядом с именной аудиторией Ж. И. Алферова имеются и две чистые доски с маркерами – сейчас их используют для расчетов и объявлений, но мы надеемся, что когда-нибудь там будут записаны работы и наших учеников.



В аллее расположены лаборатории 1137 (механика и молекулярная физика), 1138 (электромагнетизм), 1139 (оптика и атомная физика). Это лаборатории, предназначение которых в основном учебное. Они отличаются многолетним и тщательно отработанным курсом лабораторных работ для подготовки учителей физики и будущих ученых. Ранее они базировались в здании бывшего ПГУ имени М.В. Ломоносова и переехали сюда лишь к открытию Центра физики.

*лаборатория  
физических принципов  
микросистемной  
техники*



Истоки этих лабораторий связаны с деятельностью самого Петра Петровича Покотило, о котором будет сказано ниже. Изначально многие приборы изготовлялись сотрудниками кафедры, большой вклад в начале 30ых годов внес учебный мастер Андрей Федорович Войнов. Многократно обновленные и модернизированные, они продолжают свою деятельность и оснащены современным оборудованием.

Отдельно следует упомянуть лабораторию физических принципов микросистемной техники в аудитории 1141.

Работающие там бакалавры с профилем подготовки «нанотехнологии и микросистемная техника» могут создавать автоматизированные стенды для проведения экспериментов и современные приборы и устройства для диагностики и измерения. Обычно это становится целью их дипломных работ.

Как уже говорилось, кабинет № 1140 – именная аудитория имени Ж.И. Алферова. Нобелевский лауреат, автор 53 изобретений является почетным академиком нашего университета. Его отец учился в Архангельске, а сам он делал неподалеку первые шаги в большую науку - участвовал в разработке и испытании вентильных полупроводниковых переключателей, рассчитанных на сверхвысокие токи для АПЛ.



*Аудитория имени Ж. И. Алферова*

Аудитория имени Ж. И. Алферова лекционная, но приспособлена и для преподавания методики обучения физики.

А теперь вернемся назад и посмотрим, как же появился наш дом физики?

Дорога до него была длинной и не прямой.

\*\*\*

У человека, хоть как-то знакомого с историей науки, Поморье и север России всегда ассоциируется с Михаилом Васильевичем Ломоносовым. Гениальный мыслитель, который отметился буквально во всех отраслях знания родился в северной деревне и ушел вслед за рыбным обозом в Москву, ведомый жаждой знаний. Совсем недавно сотрудники кафедры принимали активное участие в отстаивании научного приоритета Ломоносова. За рубежом появилось сомнение

в том, что Ломоносов действительно наблюдал наличие атмосферы на Венере.

В 1761 году астрономы вычислили, что Венера должна будет миновать солнечный диск. Разумеется, это событие заинтересовало М.В. Ломоносова и его помощников. Сам Ломоносов принял непосредственное участие в изучении уникального астрономического явления. 6 июня (26 мая) 1761 г. он сделал наиболее успешные астрономические наблюдения, воспользовавшись для этой цели обыкновенной подзорной трубой с закопченным стеклом. Обо всем увиденном он делал подробные записи в дневнике.

Десятки опытных астрономов в разных странах наблюдали редкое явление природы, но ни один из них не заметил того, что открылось российскому ученому. М.В. Ломоносов увидел, что в момент, когда Венера приблизилась к солнечному диску, вокруг нее образовался чуть различимый светящийся ободок, а ее диск как бы затуманился. То же самое (только более отчетливо) он наблюдал, когда Венера уходила с солнечного диска.

О самом моменте открытия он записал в дневнике так: «... Ожидая вступления Венерина на Солнце... увидел, наконец, что солнечный край чаемого вступления стал неясственен несколько будто ступшеван, а прежде был весьма чист и везде равен... При выступлении Венеры из Солнца, когда передний ее край стал приближаться к солнечному краю... появился на краю Солнца пупырь, который тем явственнее учинился, чем ближе Венера к выступлению приходила... Сие не что иное показывает, как преломление лучей солнечных в Венериной атмосфере...».

М. В. Ломоносов значительно опередил европейцев: только через 30 лет немец И. Шрeтер и англичанин У. Гершель смогли вторично обнаружить атмосферу Венеры. Они пользовались более совершенными оптическими приборами и именно это и вызвало сомнения уже в 20 веке – не был ли слишком примитивен наблюдательный инструмент великого ученого? Но был найден телескоп того же типа, что использовался великим ученым и анализ его характеристик показал, что да – Ломоносов действительно мог наблюдать атмосферу при прохождении Венеры по солнечному диску!

Михаил Васильевич Ломоносов – звезда, взлетевшая на русском севере, но светившая совсем в других местах. О нём много – и, безусловно, заслуженно – говорят, но когда заходит речь о истории науки в Поморье, иногда создается впечатление что после него умных людей тут больше не рождалось – Ломоносов затмевает всех. Однако история физики в наших краях начинается с другого человека – Петра Петровича Покотило.

# ЛОМОНОСОВ МИХАИЛ ВАСИЛЬЕВИЧ

(1711-1765)

первый русский ученый-естествоиспытатель мирового значения, энциклопедист, физик и химик, художник, историк, поэт и писатель



## ДЕТСТВО И ЮНОШЕСТВО

Родился 8 (19) ноября 1711 года в деревне Мишанинской (в настоящее время село Ломоносово Архангельской области). Грамоте обучил Михаила Ломоносова дьячок местной Дмитровской церкви С. Н. Сабельников. В четырнадцать лет юный Ломоносов грамотно и чётко писал. В декабре 1730 года 19-летний Михаил отправляется вместе с рыбным обозом из Холмогор в Москву.

## ОБРАЗОВАНИЕ

1731—1734 — учёба в Славяно-греко-латинской академии в Москве  
1734—1735 — учёба в Киево-Могилянской академии  
1735 — возвратился в Славяно-греко-латинскую академию заканчивать своё обучение  
1736—1739 — обучался в Марбургском университете  
1739—1740 — под руководством И. Ф. Генкеля обучался горному делу

## ОСНОВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ФИЗИКЕ

- В июле 1745 года специальным указом 34-летнему Ломоносову было присвоено звание профессора химии. Его диссертация называлась «О металлическом блеске»
- В работе «Элементы математической химии» Ломоносов изложил свою корпускулярную теорию строения вещества
- Объяснил причины агрегатных состояний веществ (твёрдое, жидкое и газообразное состояние) и разработал теорию теплоты
- В работе «Опыт теории упругости воздуха» объяснил упругие свойства атмосферного воздуха
- Объяснил изменения плотности воздуха с высотой и предсказал наличие границы атмосферы
- Открыл один из фундаментальных законов природы – закон сохранения материи в изолированных системах
- Внес важный вклад в понимание электрической природы грозовых разрядов
- Выдвинул трёхкомпонентную теорию цвета
- Открыл наличие атмосферы на Венере (Явление Ломоносова)

Петр Петрович родился 27 апреля 1884 года в Архангельске в семье чиновника - городского исправника Петра Ивановича Покотило. Выбирая профессию, Петр колебался: хирургом стать или физиком? При окончании гимназии написал сочинение, за которое ему полагалась награда - собрание сочинений какого-то писателя. А гимназист попросил, чтобы ему подарили книги известного русского физика О.Д. Хвольсона, члена-корреспондента Петербургской академии наук, автора трудов по электричеству, магнетизму, актинометрии.

В 1902 году, окончив гимназию с золотой медалью, Петр Покотило поступил в Петербургский университет на физико-математический факультет. В 1909 году он представил две кандидатских (по терминологии того времени) диссертации: по математике – «Интеграл Эйлера» и по физике – «Флуоресценция». Получил диплом первой степени.

Осенью 1911 года по возвращении из Германии ему пришлось делать выбор из двух привлекавших его видов деятельности - научной и педагогической. Он предпочел вторую, но при этом не оставил научные переводы. Какое-то время Петр Петрович преподавал физику и астрономию и в частной гимназии Никифоровой, но в 1915 году был уволен за антирелигиозную пропаганду. С 1915 по 1918 он вел занятия по физике и химии еще и в первом городском среднем учебном заведении Петрограда. При этом не прекращал интересоваться последними новостями теоретической науки, о чем свидетельствуют подаренные ему автором М.Я. Якобсоном в 1915 году оттиски статей «Фотографические действия каналовых лучей» и «Строение водородной молекулы и новый вывод формулы дисперсии».

После Февральской революции, в 1917 году, в Петербурге было голодно. Надо было думать, как семью кормить. И Ольга Николаевна летом 1918 г приняла приглашение своей ученицы поехать на лето в Шенкурск. Отправились не подозревая, что покидают Петроград навсегда.

В 1920 году Петр Петрович Покотило вошел в инициативную группу по созданию Института народного образования (ИНО). В 1931 году бывший заведующий Архангельским губоно, ставший директором Архангельского строительного техникума, Т. Гущин подтвердит, что Петр Петрович Покотило в апреле-июне 1920 г. «действительно состоял членом Оргбюро при Губоно по организации в г. Архангельске педагогического вуза - И.Н.О. и ездил в качестве делегата от Бюро в Москву с поручением к наркому просвещ. т. Луначарскому, а также в Ленинград для приглашения преподавателей и закупки оборудования. Порученную работу т. Покотило выполнил умело, не жалея своих сил, с присущей ему энергией».



*1 ноября 1932 года - создание Архангельского вечернего педагогического института с физическим отделением и кафедрой физики.  
Первый заведующий кафедрой - Пётр Петрович Покотило.*

В институте он заведовал кафедрой физики, вел курс физики и механики, оборудовал большой физический кабинет и школьную лабораторию. С помощью студентов сделал несколько фундаментальных установок. Когда у Петра Петровича спрашивали, почему он после окончания интервенции и гражданской войны не вернулся в Петроград, где прожил уже 16 лет, где составил себе имя в научно-педагогической среде столицы, он отвечал, может быть, несколько патетично, но в присущей ему манере:

«Застрявши в Архангельске, я не хотел отсюда уезжать. Ведь здесь была целина! И радостно было видеть, как твой труд и труд коллектива на пустом месте создают и строят новую жизнь».

Новый прилив энтузиазма произошел, когда в Архангельске открылся лесотехнический, а за ним педагогический институт. Петр Петрович был приглашен на работу в АЛТИ. Здесь он с 1930 года заведовал кафедрой физики. Оборудовал физическую лабораторию, создал большой физический кабинет и две исследовательские лаборатории – тепловую и рентгеновскую. В одной из них впоследствии будет

работать Розинг, изобретатель телевидения, сосланный в Архангельск.

Много времени П.П. Покотило уделял научной работе, не меньше – педагогической. Именно эта его сумасшедшая производительность (часто он работал по 12 часов в сутки) позволила ему оставить яркий след в истории Архангельска, обеспечив город хорошо образованными специалистами и двумя кафедрами физики в местных институтах, в создании которых он принимал наипервейшее участие. Сил ему предавала идеология – до своих последних дней он был планетным большевиком.

Немногим ныне знакомо имя Розинга Бориса Львовича – оно вытеснено именем его ученика, Зворыкина. А ведь именно он решил одну из самых важных проблем телевидения!

Первое телевидение было механическим – передача изображения была основана на диске Нипкова или зеркальном винте. Подобный подход имеет определенные преимущества – например простоту реализации, но очень неудобен и дает изображение, составленное из малого числа строк. Альтернативу механическому телевидению предложил Розинг – российский физик, учёный, педагог, изобретатель телевидения, автор первых опытов по телевидению.

В 1887 году Б.Л. Розинг в Петербурге окончил гимназию с золотой медалью, в 1891 году – физико-математический факультет Петербургского университета с дипломом первой степени и был оставлен в университете для подготовки к профессорскому званию. С 1892 года преподавал в Петербургском технологическом институте, с 1895 – в Константиновском артиллерийском училище.

Розинг изобрёл первый механизм воспроизведения телевизионного изображения, использовав систему развёртки (построчной передачи) в передающем приборе и электронно-лучевую трубку в приёмном аппарате, то есть впервые «сформулировал» основной принцип устройства и работы современного телевидения. В июле 1907 года этот факт был официально зафиксирован как русская привилегия, – 25 июля 1907 года учёный подал заявку на «Способ электрической передачи изображений на расстояние». По этой заявке ему был выдан патент № 18076. В 1908 и 1909 годах открытие нового способа приёма изображения в телевидении подтвердили патенты, выданные в Англии и Германии. В 1911 году усовершенствованное Б.Л. Розингом телевизионное приспособление было запатентовано в России, Англии, Германии, США. 9 мая 1911 года Б.Л. Розингу удалось в своей лаборатории добиться приема сконструированным им кинескопом

изображений простейших фигур. Это была первая в мире телевизионная передача, ознаменовавшая начало эры телевидения.

В 1920 году Б.Л. Розинг создает в Екатеринодаре физико-математическое общество и становится его председателем. Ему предлагают эмигрировать в США, на что он ответил: "Я - русский человек и мозг свой иностранцам продавать не собираюсь". В Краснодаре Б.Л. Розингом предложен «упрощённый вывод формулы планиметра Амслера при помощи сравнительно нового в России метода векторного анализа», подготовлены доклады «О физико-философской системе векторальной монологии», «О фотоэлектрическом реле», «Преобразование основных уравнений электромагнитного поля в новую форму».

С докладом «Построение теории света и световых квантов на основе общего решения уравнений электромагнитного поля Лоренца» Б.Л. Розинг выезжал на съезд физиков в Нижний Новгород. На Кубани он готовил свой итоговый труд – книгу «Электрическая телескопия (видение на расстоянии). Ближайшие задачи и достижения», которая была опубликована в Петрограде в 1923 году.

В 1931 году был арестован по «делу академиков» «за финансовую помощь контрреволюционерам» (дал денег в долг приятелю, впоследствии арестованному) и сослан на три года в Котлас без права работы. Однако, благодаря заступничеству советской и зарубежной научной общественности, в 1932 году переведён в Архангельск, где поступил на кафедру физики Архангельского лесотехнического института. Петр Петрович Покатило обеспечил его местом работы, чтобы он мог продолжить там свои эксперименты. Петр Петрович каждый день приносил Борису Львовичу обед, так как ссыльному не полагались талоны на обед в столовой института. О преподавании не могло быть и речи, но здесь Розинг все же смог заниматься разработкой прибора для ориентации слепых и собирался сделать кардиограф для местной больницы. Борис Львович Розинг умер 20 апреля 1933 года в возрасте 63 лет от кровоизлияния в мозг.

Дня за два до смерти он возвращался домой на трамвае, везя в судочках то, что руководитель кафедры П.П. Покатило приносил ему из дома поесть, так как ни зарплаты, ни талонов на обед Борис Львович не имел. На крутом повороте трамвай качнуло, и содержимое судочка попало на пальто сидящей рядом дамы.

Она устроила скандал, оскорбительный для Розинга, а он только извинялся и пытался носовым платком почистить пальто. Придя домой, Борис Львович сразу лег на кровать, повернувшись к стене и, сжимая голову, только повторял: "Господи, господи, за что...". На следующий день он не встал и не пошел на работу, а через два дня его не стало. Похоронен он был в Архангельске на Вологодском кладбище.

# РОЗИНГ

## БОРИС ЛЬВОВИЧ

(1869-1933)

русский физик, учёный, педагог, изобретатель русского телевидения, автор первых опытов по телевидению, за которые Русское техническое общество присудило ему золотую медаль и премию имени К. Г. Сименса, создал более 120 схем и систем телевизионных устройств



### ДЕТСТВО И ЮНОШЕСТВО

Родился 5 мая 1869 года в Санкт-Петербурге. Был из дворянского рода. Отец - Лев Николаевич был чиновником и дослужившись до статского советника вышел в отставку. Мать — Людмила Федоровна (дев. Сергеева) была домохозяйкой, владела тремя иностранными языками. По воспоминаниям дочери Б.Л. Розинга - Веры Александровны можно судить, каким был отец в детстве и юности, – тихим, вдумчивым мальчиком.

### ОБРАЗОВАНИЕ И РАБОТА

1887 — в Петербурге окончил гимназию с золотой медалью  
1891 — окончил физико-математический факультет Петербургского университета с дипломом первой степени.  
1892 — начал преподавать в Петербургском технологическом институте, с 1895 в Константиновском артиллерийском училище  
1906 — стал деканом электромеханического факультета открытых Петербургских Женских политехнических курсов  
1932 — переведён в Архангельск из Котласа (находился в ссылке с 1931 г.), где поступил на кафедру физики Архангельского лесотехнического института

### ОСНОВНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ В ФИЗИКЕ

Для преодоления недостатков механической развёртки Розинг изобрёл первый электронный метод записи и воспроизведения изображения, используя систему электронной развёртки (построчной передачи) в передающем приборе и электронно-лучевую трубку в приёмном аппарате, то есть, впервые «сформулировал» основной принцип устройства и работы современного телевидения.

В июле 1907 года этот факт был официально зафиксирован как русская привилегия. По заявке Розинга 30 октября 1910 года ему был выдан патент (привилегия, согласно существовавшей тогда терминологии) № 18076.

В 1908 и 1909 годах открытие нового способа приёма изображения в телевидении подтвердили патенты, выданные в Англии и Германии. В 1911 году усовершенствованное Б. Л. Розингом телевизионное приспособление было запатентовано в России, Англии, Германии, США.

В мае 1911 года Б. Л. Розингу удалось в своей лаборатории добиться приема сконструированным им кинескопом изображений простейших фигур. Это была первая в мире телевизионная передача, ознаменовавшая начало эры телевидения.

15 ноября 1957 года Президиумом Ленинградского городского суда было отменено постановление выездной сессии коллегии ОГПУ на основании отсутствия состава преступления. Б. Л. Розинг был полностью оправдан.

Борис Львович Розинг предвидел: *"Несомненно, наступит, наконец, такое время, когда электрическая телескопия распространится повсеместно и станет столь же необходимым прибором, каким является в настоящее время телефон. Тогда миллионы таких приборов, таких "электрических глаз", будут всесторонне обслуживать общественную и частную жизнь, науку, технику и промышленность... Нам откроются богатства большей части поверхности нашей планеты, которая до сих пор скрыта под покрывающей ее водой... Можно будет проникнуть таким же образом в расщелины гор и потухшие вулканы и заглянуть внутрь твердой оболочки Земли. Врач будет в состоянии пользоваться таким электрическим глазом при исследовании внутренностей больного, находясь далеко от него. Инженер, не выходя из своего кабинета, будет видеть все, что делается в мастерских, в складах, на работах".* И его пророчество сбылось.

На площади физики бережно хранятся некоторые справочники и приборы, которыми мог пользоваться сам Борис Львович.

Дальнейшее развитие физики в Архангельске представляет собой спокойную эволюцию и не изобилует яркими событиями, как те, что изложены выше.

**В 1931 году** на II краевом съезде Советов председатель съезда М.А. Цейтлин сообщил о предстоящем открытии в Архангельске пединститута.

**1 ноября 1932 года** был начат набор студентов Архангельский вечерний педагогический институт, утвержденный изначально как отделение вечернего Вологодского краевого педагогического института. Первыми студентами стали лучшие учителя города. Они учились на четырех факультетах: историческом, литературном, физическом и биологическом. Приказом по институту от 13 ноября 1932 года в него были зачислены 167 студентов.

**1 сентября 1934 года** отделение физики было преобразовано в физико-математический факультет, создана кафедра физики. **В августе 1938 года** - вечерний пединститут преобразован в Архангельский государственный пединститут (АГПИ) с физико-математическим факультетом в составе. Кафедра физики под руководством своего первого заведующего – Петра Петровича Покотило – приступила к закупке оборудования в Москве и Ленинграде, конструированию и производ-

ству различной аппаратуры и фундаментальных установок сначала при содействии мастерских лесотехнического института, а затем и в собственной учебной мастерской, организованной при кафедре.



*Так выглядело здание АГПИ в 30-е годы.  
Ранее оно принадлежало духовной семинарии.*

**В 1939 году** институту было передано здание Высшей коммунистической сельскохозяйственной школы, коллектив кафедры физики быстро оборудовал необходимые лаборатории и лекционный зал по физике. Был организован и кабинет-лаборатория по методике преподавания физики. У института появился "спутник" - учительский двухгодичный институт с тремя отделениями: историческим, русского языка и литературы и физико-математическим, который просуществовал до 1953 года.

Грозный **1941 год** нарушил мирную жизнь страны. Здание института было передано под госпиталь. Досрочный выпуск студентов. Студенты и преподаватели постоянно принимали участие в общегородских воскресниках на заводах и лесобиржах, где стало остро не хватать рабочих рук. Летом выращивали и убирали урожай. **Осенью 1942** года студентов направляли на оборонные работы, а в институт поступали одни только девушки.

**В 1947** в институте появилось научное студенческое общество, проведена первая в городе научная студенческая конференция.

**1955 год** – появился первый физик (кандидат физико-математических наук) - уроженец Архангельска и выпускник физмата АГПИ Игорь Александрович Плотницын (тема его диссертации “Основные состояния парамагнитных ионов в кристаллических полях различной симметрии”).

**В 1956 году** вышел первый институтский сборник «Ученых записок»

**В 1957 году** пединституту было присвоено имя М.В. Ломоносова. Изменен срок обучения с 4-летнего на 5-летний.

**В сентябре 1957 года** при факультете была создана самая северная станция визуального наблюдения за искусственными спутниками Земли.

В 70-е годы появляется первая научная лаборатория по физике. Коллективными усилиями создаются установки: установка по созданию однородного распределения примеси, установка по электроискровой резке, установка по измерению электрических и гальваномагнитных свойств, установка по выращиванию ориентированных монокристаллов висмута.

**1987 год** - на базе кафедры физики была создана кафедра информатики и вычислительной техники под руководством А.Н. Суровцева.

**В июне 1995 года** кафедра физики пединститута разделилась на кафедру общей физики и кафедру теоретической физики.

**В 1996 году с 1-го мая** создается Физико-технический институт.

**Декабрь 1996 г.** переименован в Поморский государственный университет им. М. В. Ломоносова. Теперь ПГУ - университет классического типа. Начинаясь новый этап развития университета, продолжались поиски путей дальнейшего развития.

**1997 год** - первый приём в аспирантуру ПГУ по физическим специальностям ("Физика конденсированного состояния" и «Теоретическая физика»).

**2000 год** стал первым годом приема в аспирантуру ПГУ по специальности "Физическая электроника". Так же в 2000 году кафедру информатики и вычислительной техники переименовали в кафедру «Информатики, ВТ и методики преподавания информатики», что отражало ее ведущую роль в регионе в деле подготовки специалистов в области преподавания информатики.

**В 2002 году** на кафедре теоретической физики ПГУ под руководством В.И. Матвеева была создана Лаборатория теоретической физики (ЛТФ). Сферы научных интересов сотрудников ЛТФ – столкновения тяжёлых ионов, ионное распыление металлов в виде кластеров, взаимодействия атомов с ультракороткими импульсами электромагнитного поля, элементарные процессы с участием экзотических атомов. С сентября 2002 года в ЛТФ под руководством В.И. Матвеева стал работать еженедельный научный семинар, на котором рассматривались и решались как научные проблемы, так учебно-методические вопросы.

**В 2006 году** на базе лаборатории теоретической физики ПГУ был создан Центр теоретической физики (ЦТФ), директором которого также стал В.И. Матвеев. Теоретические исследования в ЦТФ осуществляются в тесной связи с современными экспериментами и технологическими разработками. Создаются соответствующие модели и методики расчётов, и на их основе проводятся конкретные вычисления. Ведётся подготовка высококвалифицированных молодых учёных и преподавателей старших курсов. Тем временем, параллельно этой истории, совсем рядом - но чуть ближе к набережной шло развитие еще одного высшего учебного заведения.

**В 1929 году** была организована кафедра физики в Архангельском лесотехническом институте (АЛТИ). Первым заведующим кафедрой был уже известный вам доцент Петр Петрович Покотило. Под его руководством кафедра была оснащена лабораторным и демонстрационным оборудованием, были поставлены лабораторные работы по курсу физики. **10 июня 1930 года** первую лекцию по курсу физики прочитал П.П. Покотило для 180 студентов, зачисленных на первый курс.

**В 1931 году** на кафедре была начата научная работа по изучению физических свойств древесины в научно-исследовательской лаборатории, организатором и руководителем которой был П.П. Покотило.

Учебный мастер Андрей Федорович Воинов занимался изготовлением, отладкой и ремонтом лабораторного и демонстрационного оборудования.

**В 1932 году** в АЛТИ открывает свою аспирантуру, а в **1933 году** был организован научно-исследовательский сектор института.

Поступательное движение института было прервано войной. В 1941–1942 годах были мобилизованы и ушли защищать Родину 520 студентов. Призываются в армию и сотрудники института – 203 человека были мобилизованы в 1941–1943 годах. **В 1941 году** при институте был организован специальный факультет, который выпустил 43 инженера по самолетостроению.

**1 сентября 1942 года** во время налета вражеской авиации одна из тяжелых бомб попадает в центральную часть главного учебного корпуса. Начавшийся пожар, который полностью выводит из строя весь главный учебный корпус. Практически все лаборатории, кабинеты, ценное оборудование и хорошо укомплектованная библиотека были уничтожены. Занятия возобновились **1 октября 1942 года**.

**В 1946 году** в первые послевоенные годы было восстановлено пострадавшее в результате бомбежек оборудование, поставлены новые лабораторные работы учебным мастером Василием Алексеевичем Лебедевым и его помощниками.



*Здание Лесотехнического института в 1932 году.*

В 1951–1966 гг. кафедрой возглавлял доцент Василий Алексеевич Юрков, под руководством которого была проведена модернизация лабораторий на основе современного для того времени оборудования. Большой вклад в выполнение этих работ внес и В.А. Лебедев.

В начале 60-х годов по инициативе В.А. Юркова и при его участии были разработаны установки для выполнения научных исследований в области физики полупроводников и физики твердого тела. Результаты исследований публиковались в центральных научных журналах.

В 1954–1994 гг. на кафедре работал к. х. н. доцент Виктор Васильевич Некрасов. Лабораторный практикум курса физики был разбит на циклы, что позволило до минимума сократить временной разрыв между лекционными занятиями и лабораторными работами по соответствующим темам. В.В. Некрасов руководит научной работой кафедры в области изучения физических свойств древесины и продуктов ее переработки.

Первой на кафедре в 1971 г. защитила кандидатскую диссертацию доцент Валентина Васильевна Добрынина.

С 2007 года при кафедре физики начала работу «Научная школа студента-исследователя». Однако в XXI веке обе ниточки событий скручиваются в одну тугую нить – **8 июня 2010 года** официально зарегистрирован Северный (Арктический) федеральный университет, в который **2 февраля 2011 года** были объединены вышеописанные учебные заведения.

В **сентябре 2016 года** появилась Высшая школа естественных наук и технологий. В её рамках началась подготовка востребованных специалистов: физиков, химиков, гидрометеорологов, экологов-



*Лаборатория электромагнетизма, 1976 г*

природопользователей, а так же учителей физики и химии, специалистов в области информатики и нанотехнологий. А **1 января 2017 года** состоялось объединение разрозненных кафедр (кафедры физики, кафедры теоретической физики, кафедры общей физики и кафедры микросистемной техники и цифровых технологий) в кафедру фундаментальной и прикладной физики. Это слияние хорошо отображает интеграционные процессы в системе образования Архангельской области.

Остальное вы уже знаете. И да, окончания рассказа не будет – мы верим в то, что физика в Архангельске всегда будет востребована и необходима. И кажется особо символичным, что побродив по объединенному университету, разделенная на несколько кафедр, физика остановилась и нашла дом на месте библиотеки – месте размышлений и знаний.



# ИСТОРИЯ ФИЗИКИ В САФУ

2010  
8 ИЮНЯ

## СОЗДАНИЕ

Северный (Арктический) федеральный университет имени М. В. Ломоносова создан в соответствии с Указом Президента РФ от 21 октября 2009 года. Согласно распоряжению Правительства РФ от 2 апреля 2010 года САФУ был образован на базе Архангельского государственного технического университета. Днем рождения САФУ является 8 июня 2010 года, когда было получено Свидетельство о государственной регистрации и университет приступил к работе.

2010  
21 ДЕКАБРЯ

## ЦКП-1 «АРКТИКА»

ЦКП ИО «Арктика» создан приказом ректора САФУ от 21 декабря 2010 года. Цель создания – формирование инновационной среды, развитие научно-исследовательской деятельности и повышение уровня НИР и ОКР, выполняемых в Северном (Арктическом) федеральном университете.

2011  
2 ФЕВРАЛЯ

## СЛИЯНИЕ

В соответствии с приказом Министерства образования и науки РФ от 2 февраля 2011 года в САФУ путем присоединения включены государственные высшие и средние специальные учебные заведения: ГОУ ВПО «Ломонольский государственный университет имени М. В. Ломоносова», ФГОУ СПО «Архангельский лесотехнический колледж Императора Петра I», ФГОУ СПО «Северодвинский технический колледж».

2016  
СЕНТЯБРЬ

## ПОЯВЛЕНИЕ ВШЕНИТ

Создана высшая школа естественных наук и технологий. Начата подготовка востребованных научной и практикой области, России и мира специалистов широкого спектра естественных наук и технологий: физиков, химиков, биологов, географов, гидрометеорологов, экологов-природопользователей, учителей физики и химии, специалистов в сфере информационных, нано-, био- и химических технологий, медиков-биофизиков.

2017  
1 ЯНВАРЯ

## ОБЪЕДИНЕНИЕ КАФЕДР

Кафедра фундаментальной и прикладной физики Северного Арктического федерального университета имени М. В. Ломоносова появилась 1 января 2017 года путем слияния 4 кафедр: кафедры физики, кафедры теоретической физики, кафедры общей физики и кафедры микросистемной техники и цифровых технологий. Это слияние отражает интегративные процессы, которые произошли в системе высшего образования Архангельской области.

2018

## НОВЫЕ УСПЕХИ

Сотрудники кафедры становятся лауреатами премии ОИЯИ (зав. кафедрой Есеев М.К.) и Ломоносовской премии (М.К. Есеев, С.Н. Капустин, Д.Н. Макаров). Теперь на кафедре 2 доктора наук (зав. кафедрой М.К. Есеев и доцент Д.Н. Макаров) и 18 кандидатов наук.

2019  
4 АПРЕЛЯ

## ОТКРЫТИЕ НОЦ «РОССИЙСКАЯ АРКТИКА – НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ, ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ»

Образование научно-образовательного центра «Российская Арктика – новые материалы, технологии и методы исследования». Целью научно-образовательного центра является разработка новых материалов, технологий и методов исследования, обеспечивающих конкурентоспособность и мировой уровень исследований и разработок, подготовку кадров для решения крупных научно-технологических задач в интересах развития промышленности и экономики, обеспечения связности территорий за счет создания интеллектуальных цифровых, транспортно-логистических и телекоммуникационных систем для освоения и использования Арктики. В работе НОЦ активно задействованы сотрудники и аспиранты кафедры фундаментальной и прикладной физики.

2019  
1 ИЮНЯ

## ОТКРЫТИЕ ЦЕНТРА ФИЗИКИ

Открытие «Центра Физики» – ЦКП-3. Центр Физики задуман как объединение различных лабораторий, предназначенных как для проведения научно-исследовательских работ сотрудниками университета, аспирантам, так и для обучения школьников, студентов и магистров. Дает возможность проводить фундаментальные и прикладные исследования, воплощать проекты, получать навыки работы с современным оборудованием и использовать его в образовательных, научных и коммерческих целях.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Shiltsev V., Eseev M. Scientific Arkhangelsk and Pomorie: A Walk Through Centuries and Thousands of Miles // Physics in Perspective. – 2014. – V. 16, Is. 3. P. 390-405.
2. Горохов П. К. Борис Львович Розинг – основоположник электронного телевидения. — Москва: Издательство «Наука», 1964. – 120 с.
3. М.К. Есеев [Электронный ресурс] История: [сайт]. [2019]. URL: <https://narfu.ru/university/about/history/> (дата обращения: 02.10.2019).
4. Валентина Ивановна Власова. [Электронный ресурс] // Просветитель и учёный Петр Петрович Покотило: [сайт]. [2009]. URL: [http://physics.pomorsu.ru/old/about/about\\_legends\\_1.php](http://physics.pomorsu.ru/old/about/about_legends_1.php)  
[http://physics.pomorsu.ru/index.php?page=pages\\_viewpage&pageid=1236879301](http://physics.pomorsu.ru/index.php?page=pages_viewpage&pageid=1236879301) (дата обращения: 02.10.2019).

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ И ТЕЛЕВИДЕНИЕ –  
ОТ Б.Л. РОЗИНГА ДО НАШИХ ДНЕЙ**

**В.Н. Нараев, О.В. Щербинина, Ю.К. Старцев,  
М.М. Сычев, С.В. Мякин**

Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)

190013, Санкт-Петербург, Московский пр., 26

E-mail: dev@technolog.edu.ru

В 2019 году Россия перешла на цифровое телевидение - через 12 лет после того, как исполнилось сто лет системе телевидения с электроннолучевой трубкой (ЭЛТ), запатентованной 25 июля 1907 г. профессором Технологического института (г. Петербург, Россия) Розингом Борисом Львовичем (рисунок 1) и названной им «электрическая телескопия» [1]. Четверть века спустя, в 1931 г., его ученик Владимир Зворыкин (рисунок 1), используя тот же принцип, изобрел первую передающую телевизионную трубку – иконоскоп, - после чего развитие этой отрасли техники, положившей начало новой мировой субкультуре – телевидению, приняло лавинообразный характер.



**Розинг Б.Л. (1869–1933 гг.)**

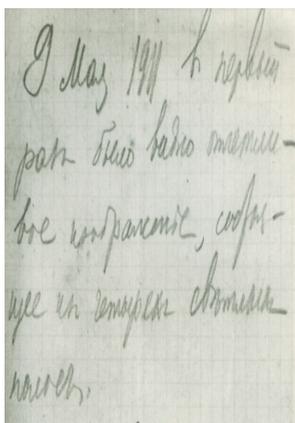
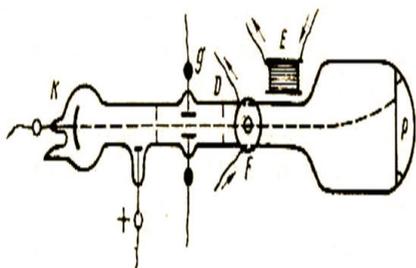


**Зворыкин В.К. (1889–1992 гг.)**

*Рисунок 1. Учитель и ученик, выпускники Технологического института и Университета в Санкт-Петербурге, трудами которых в немалой степени создавалось электронное телевидение*

Приемная часть этого способа передачи изображения – кинескоп Розинга (рисунок 2) – положил начало разработке конструкции и технологии производства огромного класса приборов и устройств, называемых электровакуумными приборами (ЭВП), прообразы которых были сделаны по чертежам Б.Л. Розинга в Технологическом институте.

Борис Львович Розинг начал работу в Санкт-Петербургском Технологическом институте Императора Николая I с 1893 г. с преподавания физики. Одной из проблем, которая интересовала ученого в эти годы, были опыты над проблемой электрической телескопии.



*Рисунок 2. Схематическое изображение кинескопа Б.Л. Розинга, приведенное в патенте (российской привилегии) № 18076 от 1907 г., и запись из его дневника о получении изображения с помощью приемной электронно-лучевой трубки в мае 1911 года*

«Решение задачи электрической телескопии», – писал Б.Л. Розинг «давно уже поставлено в порядок дня электротехники. Различные достижения и завоевания ею таких областей, которые граничат с "волшебством", позволили думать, что за изобретением телефона мы получим и электрический телескоп, который так же широко откроет наши глаза, как теперь открыто наше ухо ...» [2].

25 июня 1907 года Б.Л. Розинг подал заявку на изобретенную им электронно-лучевую трубку, впервые в мире применив электронную систему приема изображения. В 1908 году он получил английский патент на изобретение, в 1909 г. - германский и в 1910 г. – российскую привилегию (№ 18076).

22 (09 ст. ст.) мая 1911 года с помощью приемной электронно-лучевой трубки Розинг получает «... отчетливое изображение, состоящее из четырех светлых полос» (из дневника ученого – рисунок 2).

Так впервые в мире в лаборатории Технологического института была продемонстрирована действующая телевизионная система.

В 1912 году Русское техническое общество присудило Б.Л. Розингу золотую медаль и премию им. К. Ф. Сименса за выдающиеся изобретения, усовершенствования и исследования в области электричества. Для проведения своих опытов Б.Л. Розинг привлекал студентов, в том числе Владимира Зворыкина и Александра Константинова, ставших впоследствии всемирно известными продолжателями его работ в области разработки и внедрения систем телевидения.

Розинг посвятил решению проблем телевидения 25 лет жизни. В 1920-е годы он приобрел известность и как физик-теоретик. В 1923 году он издал книгу «Электрическая телескопия», где подвел итоги работы в области телевидения. С 1924 года он являлся экспертом по телевидению в Комиссии по делам изобретений, работает над созданием прибора для слепых (читающая машинка). В начале 1925 года Б.Л. Розинг получил патент на "Устройство для получения неискаженного изображения в электрических телескопах". Система использовалась ограниченно и для телевидения не была применена.

Собственно термин «телевидение» для обозначения передачи изображения на расстояние тоже предложил наш соотечественник Константин Дмитриевич Перский – преподаватель Кадетского корпуса в Санкт-Петербурге, капитан артиллерии. В 1900 г. он выступил в Париже на IV Международном электротехническом конгрессе с докладом на французском языке "Современное состояние вопроса об электровидении на расстояние (телевизирувание)". В докладе он впервые применил термин "television". С таким же докладом Перский выступал и ранее, в 1899 г. в Санкт-Петербурге на Первом Всероссийском электротехническом съезде [3]. Доклад был опубликован во Франции, что послужило, как пишет известный историк в области телевидения В.А. Урвалов, поводом для некоторых зарубежных историков утверждать, что автором термина "телевидение" был некий француз Перский.

Проф. Б.Л. Розинг в своих публикациях в начале века называл передачу изображений на расстояние чаще всего электрической телескопией, позднее - дальновидением. Эти термины были популярны среди ленинградских ученых и специалистов: академик А.А. Чернышев (1925) подал заявку на изобретение "Передачика в аппарате для электрической телескопии"; проф. А.П. Константинов (1930) - на изобретение "Передающее устройство для дальновидения"; проф. А.Ф. Шорин (1934) опубликовал статью "Успехи СССР в технике дальновидения" [4].

К сожалению, судьба талантливого ученого оборвалась в 1933 г. в Архангельской ссылке.

У Б.Л. Розинга училась целая плеяда ученых, которые увлеклись его идеями и продолжили исследования в России, Америке и Европе. Один из них – Владимир Козьмич Зворыкин – уроженец города Мурома, с 1906 г. обучался в Санкт-Петербургском Технологическом институте Императора Николая I и с отличием окончил его в 1912 г. После революции он переехал в Америку и в 1919 г. получает приглашение в лабораторию фирмы «Westinghouse Electric and Manufacturing Co.» (Питтсбург) для разработки электронных приборов. Уроки Б.Л. Розинга не прошли даром, и в 1923 г. Зворыкин подал заявку с описанием системы электронного телевидения. В 1925 г. состоялась демонстрация первой установки. В 1928 г. ученый получил патент на изобретение цветной системы телевидения. В 1929 г. Владимир Козьмич возглавил лабораторию по электронике в компании RCA в Кампене, штат Нью-Джерси, где и разработал передающую электронную трубку, назвав ее иконоскоп (от греческого «изображать» и «смотреть»). Приемная трубка была им названа кинескоп (от греческого «двигать»).

Другой студент, слушавший лекции Б.Л. Розинга - Александр Павлович Константинов, в 1924 г. был приглашен А.Ф. Иоффе (академик, выпускник ТИ 1902 г.) на работу в Государственный физико-технический рентгеновский институт, где участвовал в создании приемно-передающей телевизионной системы оптико-механического типа. Константинов вскоре отказался от этой системы и приступил к созданию телевизионной аппаратуры электронного типа. Он подал авторскую заявку на телевизионную передающую трубку с использованием принципа накопления электрических зарядов. Эта заявка не была утверждена, и первая публикация, в 1933 г., была осуществлена в США В.К. Зворыкиным. Тогда Александр Павлович решил соединить систему «бегущего луча» со скоростной модуляцией яркости. Применение эта система получила в дальнейшем: в телецентрах для передачи сюжетов с открыток и диапозитивов, в космосе – для передачи изображений обратной стороны Луны, предварительно полученных на фотоматериале.

В США к В.К. Зворыкину приезжал перенимать опыт отец японской электроники профессор Тенжиро Такаянаги (Kenjiro Takayanagi). Профессор Такаянаги создал систему электронного телевидения и в 1922 г. осуществил передачу на расстоянии изображение японской буквы "イ". Профессор Такаянаги преподавал в техническом колледже города Хамамацу, преобразованном позднее в Уни-

верситет Шизуоки, в университете ему установлен памятник. С Университетом Шизуоки Технологический институт имеет хорошие деловые отношения, в частности кафедра теоретических основ материаловедения проводит совместные научные работы, совместные конференции, организовано двойное дипломирование обучающихся. Так замкнулся круг Россия – США – Япония – Россия.

В настоящее время в Технологическом институте ведутся работы по созданию различных материалов для средств отображения информации и устройств на их основе – электролюминесцентных устройств, электрохромных устройств, люминофоров, фосфоресцирующих компаундов, стекол с люминесцентными нанокристаллами (квантовыми точками), органических соединений для OLED и др.

28 ноября 2003 года на главном здании Санкт-Петербургского государственного технологического института (технического университета) была открыта мемориальная доска первосоздателю электронного телевидения Борису Львовичу Розингу. (Московский проспект; серый гранит; автор проекта – художник Т.Н.Милорадович; мастер-исполнитель - Р.С.Свирский, ООО «Гранит»; финансировал Технологический институт). В 1978 году на здании кафедры физики (территория института) была установлена доска в память первой приемной электронно-лучевой трубки, изобретенной Б.Л. Розингом (рисунок 3).



*Рисунок 3. Мемориальная доска на здании кафедры физики ТИ в память первой приемной электронно-лучевой трубки, изобретенной Б.Л. Розингом*

В 2010 году Российское отделение Международного дисплейного общества (SID, председатель – профессор М.М. Сычев, СПбГТИ(ТУ)) учредило Премию им. Б.Л. Розинга за вклад в развитие дисплейных технологий.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Блинов, В.И., Урвалов В.А. Б.Л. Розинг // М.:Просвещение. 1991. 64 с.
2. Таранцов А.В. Заслуги русских ученых в создании и развитии телевидения // Радио. 1952. № 5. С.45-49.
3. Перский, К. Д. Современное состояние вопроса об электровидении на расстояние (телевизирование) // Труды 1<sup>го</sup> Всеросс. электротехнич. съезда. СПб. 1901. Т. 11. С. 346-362.
4. Шорин, А. Ф. Успехи СССР в технике дальновидения // Наука и техника. 1934. № 3. С. 10.

# «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТЕЛЕСКОП» Б.Л. РОЗИНГА И ЗАКАТ ЭЛЕКТРОННОЛУЧЕВЫХ ТРУБОК

Ю.К. Старцев<sup>1,2</sup>, М.М. Сычев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>профессор кафедры теоретических основ материаловедения,  
Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет),

<sup>2</sup>профессор кафедры физики и химии, Санкт-Петербургский государственный  
университет гражданской авиации,  
e-mail: startsevyuk@yahoo.com

В 1907 г. профессор Технологического института (г. Петербург, Россия) Розинг Борис Львович запатентовал устройство, названное им «электрическим телескопом» [1]. Четверть века спустя, в 1931 г., его ученик Владимир Зворыкин[2], используя тот же принцип, изобрел первую передающую телевизионную трубку – иконоскоп. Эти два обстоятельства положили начало лавинообразному внедрению в жизнь практически всех стран новой мировой субкультуры, телевидения, хотя по определению Зворыкина путь этот был труден и извилист: «...это бесконечная лестница, созданная десятками рук» [3]. Широкое распространение телевидения – одна из самых драматических научно-технических гонок за всю историю человечества, направленных на превращение телевидения в главное средство массовой информации и господством в эфире той или иной страны нескольких крупных общенациональных программ. СССР, США, Германия и Англия включились в эту гонку, и теперь трудно понять, есть ли в ней победитель.

Приемная часть этого способа передачи изображения – вакуум-

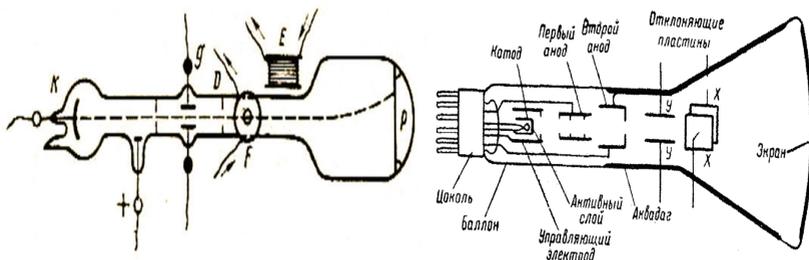
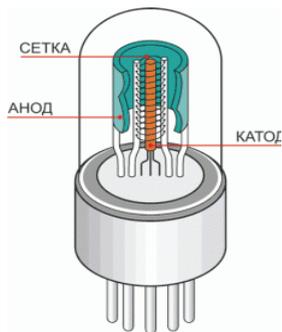


Рисунок 1 - Схематическое изображение кинескопа Розинга Б.Л., приведенное в патенте (российской привилегии) № 18076 от 1907 г. (слева), и современного кинескопа с электростатическим управлением положения электронного луча (справа)

ный кинескоп Розинга (см. левую часть рисунка 1) – к началу века XXI не выдержал конкуренции с мониторами, основанными на других принципах передачи изображения электрическими сигналами, и производство во многих странах было практически полностью прекращено [4]. Именно с этого изобретения Розинга [5], прообраз которого был сделан в стеклодувной мастерской Технологического института, начались разработки конструкций и технологий производства огромного класса устройств, называемых электроннолучевые трубки (ЭЛТ). Вспоминая важность изобретения нашими соотечественниками первых ЭЛТ, не лишне привести слова Зворыкина: «...стекло для приборов было малоприспособным: из-за хрупкости с ним было трудно работать. Мы были вынуждены освоить профессию стеклодува». Потребовались немалые усилия стеклодувов, разработавших новый класс стекол – телевизионных, - и тех стеклодувов, что сделали первые ЭЛТ в Стеклодувной мастерской технологического института.

В течение нескольких десятилетий XX века ЭЛТ применялись для преобразования электрических сигналов в видимое изображение. К таким трубкам относятся, например, кинескопы для широкоэкранных и специального телевидения, индикаторные радиолокационные трубки, трубки, используемые в осциллографах и фототелеграфных аппаратах и т. п.

ЭЛТ состоит из трёх основных элементов: электронной пушки, создающей узкий электронный луч, направленный вдоль оси трубки; отклоняющей системы (устройства для отклонения электронного луча от оси трубки); флюоресцирующего экрана для индикации положения электронного луча. Падающие на экран электроны выбивают из экрана вторичные электроны, которые в современных ЭЛТ улавливаются проводящим графитовым слоем (аквадагом), нанесённым на внутреннюю поверхность баллона. Кроме того, аквадаг играет роль электростатического экрана и предохраняет электронный поток внутри трубки от воздействия внешних электрических полей.



*Рисунок 2 - Простейшим ЭЛТ, способным усиливать сигналы, является триод, названный так по числу электродов: катода, анода и сетки*

Исключительное значение для электронного ТВ имели опыты, проведенные в 1907 г. профессором Петербургского технологического института Борисом Львовичем Розингом. Ученый использовал для

преобразования электрических сигналов в светящиеся точки катодно-лучевую трубку англичанина Уильяма Крукса, а развертка изображения осуществлялась примерно так же, как в современном телевизоре. Однако получить хорошее изображение ему не удалось, поскольку ранние катодные лампы были несовершенны и еще не было устройства, позволявшего усиливать электрические импульсы (оно стало возможным после того как в вакуумный диод Джона Флеминга другой изобретатель, Ли де Форест, вставил сетку (см. рис. 2), положительный потенциал которой по отношению к катоду привел к усилению анодного тока, положив начало всей радиотехнике).

У Б. Л. Розинга училась целая плеяда ученых, которые увлеклись его идеями и продолжили исследования в России, Америке и Европе. Несмотря на скептицизм современников, очень быстро система электронного телевидения нашла самое широкое распространение. Справедливости ради отметим, что далеко не все современники оценили изображений на расстоянии электрическиими сигналами по достоинству. Наиболее конкретно свое отношение к телевидению выразил упомянутый выше Ли де Форест [6]: «Хотя теоретически и технически телевидение может быть реализовано, я не вижу ни коммерческих, ни материальных причин заниматься им без риска потерять время в мечтах о нем» [7]. А в 1939 г. «Нью-Йорк Таймс» в своем комментарии показа рекламного телевизионного ролика, представленного широкой публике на Всемирной выставке, констатировала: «Проблема распространения телевидения состоит в том, что люди должны сидеть и смотреть на экран, но у средней американской семьи просто нет времени для этого».

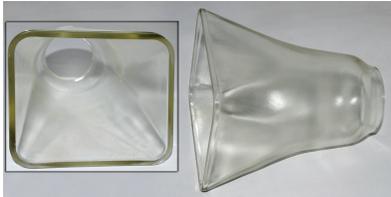
За прошедшие сто лет телевидение распространилось повсеместно. Оно перешло от черно-белого к цветному, от земного к космическому. Теперь мы стали свидетелями того, как цветные ЭЛТ вытесняются плоскими дисплеями и того, как многие фирмы, выпускавшие цветные ЭЛТ, вынуждены полностью прекращать их производство из-за снижения спроса.

Черно-белая ЭЛТ (рис. 3а) состоит из конуса (рис. 3б), в котором монтировалась электронная пушка и система фокусировки электронного пучка, и, наконец, экрана (рис. 3в) с люминофором, нанесенным на его внутренней поверхности экрано-масочного узла [Ошибка! Закладка не определена.]

Конструкция цветной трубки гораздо сложнее, поскольку в ней уже три электронных пушки, возбуждающих один из трех люминофоров, в результате сложения цветов которых и образуется вся гамма цветов. В особенности сложным в цветном кинескопе оказался



а



б



в

Рисунок 3 - Схематическое устройство кинескопа (а) и стекланные заготовки для конуса (б) и экрана (в)

экрано-масочный узел, где были использованы три люминофора: красный, зеленый и голубой. Такие мониторы в англоязычной литературе называют RGB monitors. Их качество определяется размером зерна, который у большинства мониторов находится в интервале от 0.22 мм до 0.39 мм, что и приводит к тому, что большинство таких мониторов имеет разрешение 1024x768 пикселей или даже 1280x1024 пикселей.

Конструкции ЭЛТ значительно и очень быстро изменялись. Можно сравнить приведенные на рис. 4 и 5 два кинескопа [Ошибка! Закладка не определена.], выпускавшихся в конце 60-х годов прошлого века. В ходе эксплуатации телевизоров с кинескопом 18ЛК15 выявился их существенный недостаток: ускоренный износ люминофора в центре экрана. Проведенные исследования показали, что износ люминофора вызывает бомбардировка ионами из двух источников. Во-первых, в ходе работы с поверхности оксидного катода испаряется барий, потеря которого

восполняется диффузией из глубинных слоев оксидного слоя, что приводит к освобождению отрицательного иона кислорода. Другими источниками отрицательных ионов являются различные загрязнения катодного узла ЭЛТ. Во-вторых, вакуум в кинескопе отнюдь не идеален, и эти остаточные молекулы газа ионизируются около катода. Образовавшиеся отрицательные ионы ускоряются вместе с электронами, после чего попадают на экран. Причем, поскольку тяжелые ионы слабо отклоняются магнитной отклоняющей системой, экран они

бомбардируют точно по центру. Очевидное решение проблемы лежит на поверхности – надо каким-то образом изловить ионы по дороге к экрану. Так появилась на свет ионная ловушка. Существовало несколько разных конструкций ионных ловушек, одинаков был лишь их принцип действия. В наиболее распространенной конструкции собственно пушка (катод и модулятор) размещаются под некоторым углом к оси прожектора. Пучок ионов и электронов попадает в поворачивающийся узел, представляющий собой внешний постоянный магнит либо специальным образом сформированную электростатическую линзу, после чего легкие электроны оказываются на оси прожектора, и далее летят вдоль неё, а более тяжелые ионы не успевают изменить свою траекторию, и бомбардируют стенку анодного стакана, которому такая бомбардировка безразлична.



*Рисунок 4 - Кинескоп 18ЛК15, изготовленный московским заводом «МЭЛЗ» в октябре 1955 года*



*Рисунок 5 - Кинескоп 18ЛК15Б, изготовленный запрудненским заводом «ЗЭЛТА» в 1959 году, прожектор которого имеет ионную ловушку (см. пояснения по тексту)*

Технология ионных ловушек применялась вплоть до конца 60-х годов, когда была разработана технология алюминирования экрана. Тонкий слой алюминия, напылявшийся поверх люминофора внутри кинескопа, не только увеличивал яркость изображения за счет переотражения идущего внутрь кинескопа светового потока, но и делал люминофор более устойчивым к ионной бомбардировке.

Для усиления эффекта при сравнении с современными проекционными кинескопами приведём примеры проекционных кинескопов [**Ошибка! Закладка не определена.**] (см. рис. б), изготовленных в 1991 год либо ленинградским ВНИИ электронно-лучевых приборов «Электрон»<sup>1</sup>, либо новгородским заводом «Элкон».

<sup>1</sup> Теперь это АО «НПП «ЭЛАР», вовремя переориентировавшееся на выпуск ПЗС - матриц или многоэлементных фото приёмных устройств.



*Рисунок 6 - Проекционные кинескоп 6ЛП1А (слева) и вся тройка 6ЛП1П, 6ЛП1И, 6ЛП1А. На маленькой врезке (слева) показан кинескоп с установленной на него отклоняющей системой*

Применялись эти кинескопы в настольном видеопроекторе «Премьер ВТЦ». По нынешним временам этот относительно небольшой аппарат можно было бы назвать «домашним проектором», либо «проектором для презентаций». Как известно, проекционные ЭЛТ изрядно светили рентгеновским излучением, в том числе и «в заднюю полусферу». Для защиты от этого излучения на конус каждого из кинескопов надевали юбочку из листового свинца толщиной около 0,7 мм.

Вначале при производстве ЭЛТ использовались стекла, разработанные для приемно-усилительных и генераторных ламп, коэффициенты теплового расширения которых (КТР) близки к КТР металлов и сплавов, применявшихся для изготовления вакуумно-плотных спаев. Наиболее распространенными были железоникелевые сплавы с кобальтом, составлявшие семейство коваров. Основу разработанных многокомпонентных стекол составляли оксиды кремния, алюминия, бора, щелочных и щелочноземельных металлов. Они имели неплохие технологические свойства, умеренные температуры стеклования (в интервале 520-560<sup>0</sup>С) и КТР около 90·10<sup>-7</sup> К<sup>-1</sup>.

Позже, при реализации конструкций новых цветных кинескопов, возникла необходимость придать стеклу экраномасочного узла определенные спектральные характеристики (ср. рис. 3б и 3в), для чего были разработаны специальные стекла, составившие группу телевизионных, а также соответствующие им по КТР сплавы на основе железа, имевшие плотный слой оксида на поверхности и образующие вакуумно плотный и механически надежный спай.

Столь высокий КТР был причиной дополнительных проблем при разработке режимов отжига спаев, входивших в экраномасочный узел, поскольку к традиционным требованиям снижения напряжений

в спая до заданного уровня требовалось еще и обеспечить очень высокую стабильность положения впаянных в стекло фиксаторов, поддерживающих анодную сетку и экран с люминофорами. При столь высоком значении КТР старение стекла, его усадка, порождали специфические проблемы при расчете режимов отжига [8] и эксплуатации устройств, связанные с изменением размеров стеклянных деталей кинескопа. Современные плоские жидкокристаллические мониторы и плазменные панели испытывают похожие проблемы, но на стадии технологии производства дисплеев по причине иной технологии получения стекла для подложек [9]. В любом случае, хороший отжиг, с одной стороны, и менее зависящая от стекла конструкция экраномасочного узла, с другой, упростили решение, одно из которых было приведено в [10].

Иными были требования, а потом и состав стекла конусной части кинескопа, соответственно другими были и металлические вводы фиксаторов. Соединение конуса с экраномасочным узлом потребовало от стекольщиков усилий по разработке новых материалов, названных позже ситаллоцементами, технологии их приготовления и нанесения, а также температурно-временного режима кристаллизации.

Несмотря на большие объемы производства цветных кинескопов, технология их изготовления была штучной в том смысле, что все компоненты, составляющие комплект узлов данной модели ЭЛТ, перемещаясь на соответствующих конвейерах, фиксировался в соответствующих сопроводительных картах. Если на какой-то операции возникал брак, то практически всегда удавалось проследить путь компонента, на который пало подозрение в отклонении от регламента, и попытаться разобраться в причинах, вызвавших разрушение. Особенно впечатляющими как на Львовском и Воронежском заводах цветных кинескопов, так и на Московском МЭЛЗ и Хроматроне бывали оглушительные взрывы баллонов на одной из конечных стадий: откачки, обезгаживания или тренировки. Было это достаточно редко, т.к. уровень брака около 1% считался недопустимо высоким и сопровождался столь же оглушительными взрывами неудовольствия работой персонала у руководства отрасли, традиционно (и зачастую ошибочно!) относившего все неприятности только к качеству стекла.

Разумеется, монитор персонального компьютера с дисплеем на ЭЛТ не мог применяться достаточно долго, т.к. очень скоро стало очевидно, что сделать трубку с диагональю более 42 дюймов (ок. 1 м) вряд ли удастся. Равно как и компактный монитор на ЭЛТ создать достаточно трудно. Большие габариты и высокое энергопотребление, присущие этим устройствам отображения, очень трудно было умень-

шить. Но самый главный недостаток, это – короткий срок службы ЭЛТ, определяемый сроком жизни подогревного катода и темпом обесцвечивания люминофоров экрана. Со временем яркость изображения падала и практически параллельно с выпуском новых ЭЛТ потребовалась разработать технологические приемы восстановления эмиссии пушки и «выгоревшего» экрана.

В течение нескольких десятилетий электроника опиралась почти исключительно на электронные и электровакуумные приборы. Электронные приборы служат основными элементами радиотехнических устройств и определяют важнейшие показатели аппаратуры. Эти приборы применяются в радиолокации, радиосвязи, в телевидении при записи и воспроизведении звука, радионавигации, радиотелеуправлении и других областях радиоэлектроники. Вместе с тем в XX веке электроника проникла во все отрасли современной науки, техники, промышленности. Но полупроводниковые приборы обладают некоторыми недостатками, и поэтому ни от электронных, ни от ионных ЭВП полностью отказаться не смогли. В настоящее время наблюдается активный ренессанс ЭВП во многих направлениях, начало которым было положено трудами и умом талантливого ученого Бориса Львовича Розинга.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Блинов, В.И., Урвалов В.А. Б.Л.Розинг. М., «Просвещение». 1991. 64 с.
2. Найдис, Инна. Кто украл Телефот. Migdal Times, #89. [www.migdal.ru/times/89/15869](http://www.migdal.ru/times/89/15869)
3. Голядкин Н. А. Краткий очерк становления и развития отечественного и зарубежного телевидения. М.: Изд-во Ин-та пов. квалиф. работн. телевид. и радиовещ., Ч. 1. 2001. 90 с.
4. Приведенные далее по тексту снимки и частично сопровождающие их слова являются копиями большого числа интернет форумов типа <http://lasers.org.ru/forum/>
5. Розинг Б. Привилегия № 18076 выданная 30 Октября, 1910 года на Описание способа передачи изображений на расстояние по заявл. 26 июля 1907 года (охран. св. № 33075)
6. [http://en.wikipedia.org/wiki/Lee\\_De\\_Forest](http://en.wikipedia.org/wiki/Lee_De_Forest) .
7. Lee DeForest, American radio pioneer, 1926 <http://www.pbs.org/transistor/album1/addlbios/deforest.html>
8. Мазурин О. В., Ходаковская Р. Я., Старцев Ю. К. Релаксационная теория отжига стекла и расчет на ее основе режимов отжига. Уч. пос. МХТИ им.Д.И.Менделеева. М.: 1986. 83 с.
9. Старцев Ю. К. Стекла в дисплеях. Требования, особенности технологии, моделирование свойств. Изд. СПбГТИ(ТУ). СПб: 2008. 134 с.
10. Startsev, Yu. K. Stresses in glass plate joined with other materials: modeling and experimental validation. J. Phys. IV France. 2004, V. 120. P. 657-667.

## **АРХАНГЕЛЬСК ПОМНИТ ИЗОБРЕТАТЕЛЯ ЭЛЕКТРОННОГО ТЕЛЕВИДЕНИЯ**

**М.А. Салахутдинов**

Директор филиала ФГУП «Российская телевизионная и радиовещательная сеть» «Архангельский областной радиотелевизионный передающий центр»

Для Архангельска имя Розинга не пустой звук – его судьба оказалась трагически связана с нашим городом. В 1931 году Б.Л. Розинг по нелепому обвинению был репрессирован и выслан на Север России на три года – сначала в Котлас, а затем в Архангельск, где два года проработал в лаборатории кафедры физики Архангельского лесотехнического института. Несмотря на статус репрессированного, Борис Львович пользовался огромным уважением как подлинный ученый и настоящий профессор. Скончался 20 апреля 1933 года, похоронен в Архангельске на Кузнечевском (Вологодском) кладбище. В 2005 году прах Б.Л. Розинга был перезахоронен – для создания мемориала «всем миром» были собраны необходимые средства. В настоящее время в городе есть улица, названная в его честь, в Северном (Арктическом) федеральном университете есть именная аудитория. Но самое главное – в Архангельске бережно сохраняют память о великом ученом: ежегодно первокурсники Колледжа телекоммуникаций (филиала технического университета имени профессора Бонч-Бруевича совместно с ветеранами телевидения и сотрудниками РТРС проводят торжественные мероприятия в его честь.

Благодаря воспоминаниям дочери великого ученого – Лидии Борисовны Твелькмейер (1898–1980), опубликованным в 2008 году в издании «Нестор: журнал истории и культуры России и восточной Европы» мы знаем, что «черная полоса» в жизни Бориса Львовича началась 8 февраля 1931 года. В этот день Розинг получил повестку с предписанием явиться в ГПУ на следующий день к такому-то часу. После допроса ученый был задержан, и вечером того же дня, 9 февраля, в его доме прошел обыск. Более в свою ленинградскую квартиру он никогда не возвращался...

Следователи долго не объясняли ни Розингу, ни членам его семьи причины ареста. Как он сам рассказывал, идя по вызову, он ломал себе голову, в чем же причина, может быть, переписка (исключительно научная) с зарубежными учеными, публикация научных статей в зарубежных журналах, но совершенно официальная. Он делал ряд работ для Военного министерства, совершенно секретных, может быть, это?

Истинные причины семье ученого удалось выяснить значительно позже, при личном свидании, уже в ссылке. Оказалось, что как-то в лаборатории Константиновского артиллерийского училища (которое было расформировано после Октябрьской революции, Борис Львович работал в нем до середины 1917 года) к нему подошел один из сослуживцев и попросил пожертвовать сколько-нибудь денег для одного из коллег, который находился в очень бедственном положении. Розинг, который в помощи никогда никому не отказывал, деньги дал и расписался в подписном листе. Так он был обвинен в участии в нелегальной кассе помощи бывшим служащим училища.

На самом же деле, у него ни с кем из бывших офицеров не было никаких связей, да и до революции никаких близких отношений с офицерской средой у него, как штатского преподавателя, не существовало.

Тем не менее, в ходе массовых арестов бывших царских офицеров, поступок Розинга расценили как финансовую помощь контрреволюционерам, и Бориса Львовича сослали на три года вольноопределяющимся на Север, в город Котлас.

Первое его место работы было на лесопильном заводе в Лименде (рабочий поселок под Котласом, на одноименной реке). Он не избегал физической работы вместе с остальными товарищами по несчастью. Вместе с тем Розинг старался найти возможность приложить свои силы к тому, в чем он мог быть полезен. Из переписки с родственниками известно, что он активно пытался вернуться к научной деятельности, хоть и в ограниченном формате, просил переслать ему начатые статьи, корректуры, <...> пойти туда, поговорить с тем-то, узнать то-то.

Одним из главных проектов этого периода стала работа над «электронной читающей машиной» для Общества слепых. Ему хотелось дать незрячим согражданам возможность читать обычные книги на слух, в конечном итоге изобретаемая им машинка должна была превращать начертание букв в звуки, соответствующие звучанию букв, т.е. читать вслух. Кое-чего он уже добился, разные буквы, пока большого размера, давали разные звуки.

Через некоторое время наметились определенные улучшения в условиях содержания – ученому дали отдельную комнату в бараке и освободили от физического труда. Как пишет Л.Б. Твелькмейер, «...он надеялся на возможность заняться научной работой, но пока что держался за лесопилку...»

Кроме того, в сентябре 1931 года Б.Л. Розингу разрешили читать лекции по физике для рабочих лесопилки и по высшей математике

(векторальному анализу) для инженеров и техников строительного отдела завода в Котласе. К «котласскому периоду» относятся и наблюдения Л.Б. Твелькмейер о состоянии здоровья отца: «...Он стал все более жаловаться на неважное самочувствие, ему удалось прикрепиться в очень хорошую больницу водников, отчего у него настроение поднялось. Он думал, что у него неврастения, малокровие, и был, конечно, развивающийся склероз...

Достаточно неожиданно Розинг получил предписание из Архангельска явиться туда к 14.12.31. Произошло это благодаря личному вмешательству Елены Дмитриевны Стасовой, видного деятеля ВКП(б), с которой жена Розинга была знакома с молодости. Несмотря на то, что Архангельск был достаточно большим городом, на первом этапе Б.Л. Розинга преследовали значительные бытовые трудности и неустроенность. Как пишет дочь ученого, «...Теперь он жил в комнате с 14-ю другими людьми, весь багаж размещался вокруг его койки...». После относительно благополучного этапа жизни в Лименде и Котласе это было значительным ухудшением условий.

Впрочем, достаточно быстро он смог переехать в более удобную частную квартиру и получил возможность вести экспериментальные работы в физической лаборатории Лесотехнического института. Конечно, как «враг народа» Розинг не мог читать лекции и проводить лабораторные работы со студентами. В лаборатории ему поставили за дверью стол, дали кое-какие приборы, материалы, запчасти, и Борис Львович мог приходить на работу и экспериментировать.

Б.Л. Розинг собирался сделать осциллографический кардиограф для местной больницы. Из Ленинграда ему были доставлены разработанные им ранее модели приборов. План работы предусматривал: 1) систематическое изучение фотоэлементов, наиболее пригодных для читающей машины; 2) разработку новой, более усовершенствованной конструкции машины; 3) опыты со слепыми при помощи нее.

Значительную роль в судьбе ученого на этом этапе сыграл заведующий кафедрой физики АЛТИ Петр Петрович Покотило<sup>2</sup>. Помимо обеспечения научной деятельности, он приносил Борису Львовичу из дома обед, так как ссыльному не полагались талоны на питание. Покотило не боялся приглашать в гости, как не боялась приглашать его

---

<sup>2</sup> Петр Петрович Покотило – первый заведующий кафедрой физики Архангельского лесотехнического института (АЛТИ), которая была организована в 1929 г. одновременно с открытием института. Под его руководством кафедра была оснащена лабораторным и демонстрационным оборудованием, были поставлены лабораторные работы по курсу физики.

к себе Софья Николаевна Мерцалова, в то время простая лаборантка, впоследствии – зав. кафедрой физики АГМИ.

В «архангельский» период Розинг работает над статьей «Обобщенная теория электромагнитного поля и излучение диполя», которая была опубликована в журнале «Вестник электротехники». Журнал «Электричество», а затем и «Вестник по изобретательству» опубликовали его исследования «Новейшие достижения в области теории и практики фотоэлементов» и «Новое о механизме света и фотоэлектричестве». Кроме того, имя ученого стало достаточно часто появляться на страницах других изданий – в частности, в газете «Московская правда» 27.05.1932 один из научных руководителей ВСНХ Лапиров-Скобло упомянул Розинга как одного из авторов катодного телевидения.

Летом 1932 года у Розинга появилась надежда на поездку в Москву на съезд деятелей Промышленности слабого тока, Борис Львович получил письмо от энергетического комитета организационного бюро с приглашением принять участие. Он представил это письмо «куда следует», и ему обещали послать его на этот съезд. Темой доклада была выбрана «О современных фотоэлементах, их теории и применениях». Однако обострение хронических заболеваний, а затем и последовавшая отмена проведения съезда, спровоцировали значительное ухудшение здоровья ученого.

На новом месте Розинг стал себя чувствовать значительно лучше. Однако трудными для него были поездки по сильному морозу при плохом транспорте, так как трамваи то ходили, то не ходили, за всем были очереди, и за получением хлебных карточек, и на почте, и за продуктами.

Существует два описания последних дней жизни Б.Л. Розинга. Как вспоминает дочь ученого, «...он поехал в город за карточками и на обратном пути, выходя из трамвая, упал с параличом левой стороны. Соседские ребятишки прибежали сказать об этом маме, но когда она вместе с Александрой Петровной добежала до остановки, даже саночки захватили, там была уже карета скорой помощи, и мама растерялась и позволила его увести в больницу, хотя, как потом выяснилось, лучше бы ему было остаться дома...» Некоторое время Розинг провел в больнице, где, по мнению семьи, уход был недостаточным. Затем его забрали домой к А.П. Поповой, которая жила неподалеку от больницы. 19 апреля Розинг был в сознании, но состояние продолжало ухудшаться, и его жена написала письмо дочери в Ленинград с просьбой приехать. 20 апреля он в сознание уже не приходил, но, как

вспоминает Л.Б. Твелькмейер, «...несколько раз повторил «я умираю, я умираю...», как будто хотел это осознать...»

Александра Петровна Попова рассказывала об этих последних днях жизни Б.Л. Розинга несколько иначе. Дня за два до смерти он возвращался домой на трамвае, везя в судочках то, что руководитель кафедры П.П. Покотило приносил ему из дома поесть. На крутом повороте трамвай качнуло, и содержимое судочка попало на пальто сидящей рядом дамы. Она устроила скандал, оскорбительный для Розинга, а он только извинялся и пытался носовым платком почистить пальто. Придя домой, Борис Львович сразу лег на кровать, повернувшись к стене и, сжимая голову, только повторял: «Господи, господа, за что...».

На следующий день он не встал и не пошел на работу, а 20 апреля 1933 года он умер от кровоизлияния в мозг.

Борис Львович Розинг был похоронен на Кузнечевском (Вологодском) кладбище в Архангельске. По воспоминаниям Л.Б. Твелькмейер, «...за гробом шли мы трое (жена и две дочери), Александра Петровна и ее родственники, такие же отзывчивые, как она...» В дальнейшем именно Александра Петровна Попова взяла на себя заботу о могиле, благодаря чему она и сохранилась.

15 ноября 1957 года президиум Ленинградского городского суда отменил постановление выездной сессии коллегии ОГПУ. Розинга посмертно реабилитировали.

Реабилитация прошла незаметно, но к 50-летию Октября он попал четвертым по списку в плакат «10 ученых России, создавших новые направления в науке и технике», вместе с Ломоносовым, Менделеевым и Поповым.

В 1964 году работники Архангельского телецентра нашли брошюру П.К. Горохова «Розинг – основоположник электронного телевидения», а в ней фотографию могилы Розинга на Кузнечевском кладбище. Для всех это было ошеломляющей новостью. Телевизионщики отыскивали могилу, потом – в Ленинграде – дочь Розинга Лидию Борисовну Твелькмейер и пригласили приехать в Архангельск.

«Начальник телецентра Кожевин<sup>3</sup> случайно узнал, что папа жил и похоронен в Архангельске, и положил много труда для увековече-

---

<sup>3</sup> Василий Инокентьевич Кожевин – один из легендарных архангельских радиолобителей – так называемых «телефанатиков», благодаря которым трансляция телевизионных передач началась в областном центре за семь лет до официального ввода в строй государственного телецентра.

ния его памяти и сохранности его могилы», – вспоминает Л.Б. Твелькмейер.

Как пишет в своих мемуарах Лидия Борисовна, в здании Телецентра она увидела портрет Б.Л. Розинга, и после небольшого собрания сотрудников все вместе опять поехали на кладбище.

В последующие годы архангельские телевизионщики не прекращали усилий по увековечиванию памяти великого ученого. Благодаря их настойчивости, осенью 1986 года состоялось переименование части улицы Нагорной, расположенной в Октябрьском округе Архангельска, неподалеку от места, где захоронен Б.Л. Розинг. Согласно Решению Архангельского городского совета депутатов №130 от 14.11. 1986 улице присвоено имя Розинга.

21 декабря 2004 года по инициативе некоммерческой организации «Фонд поддержки и развития телевидения и радиовещания в Архангельской области» была создана группа по вопросу перезахоронения праха Б.Л. Розинга, могилу которого, находящуюся в плачевном состоянии из-за вандализма, стало заливать водой по причине ведущегося рядом строительства.

Открытие мемориала Б.Л. Розингу (скульптор Надежда Шек) состоялось 25 июня 2005 года. Этого события ветераны телевидения, и в первую очередь бывший директор телецентра Людмила Филиппова, ждали почти 40 лет.

Основную часть средств на создание мемориала собрал Фонд поддержки и развития телевидения в Архангельской области, оказал помощь российский Фонд истории связи, часть средств собрали жители Архангельска.

Существует точка зрения, гласящая, что созданный в 2005 году мемориал якобы является кенотафом (надгробный памятник в месте, которое не содержит останков покойного, своего рода символическая могила) и что настоящая могила учёного осталась в прежнем крайне запущенном виде. Это утверждение приводится в очерке архангельского журналиста Алексея Морозова «Две могилы Бориса Розинга».

Другое мнение опубликовано на сайте СПбГУТ имени Бонч-Бруевича и принадлежит одному из участников тех событий, а ныне советнику ректора СПбГУТ д.т.н., профессору Гоголю А.А. – «Считаем необходимым отметить, что автор очерка ошибается в части, касающейся заброшенной могилы: как уже было сказано выше, в 2005 году останки учёного были перенесены из прежней могилы к месту его нынешнего погребения, туда, где установлен памятник учёному. Таким образом, Борис Львович Розинг захоронен в своём мемориале на Вологодском кладбище Архангельска. И доказательством этому

может служить видеосъемка перезахоронения Б.Л. Розинга, которая была осуществлена по инициативе директора филиала ФГУП «Российская телевизионная и радиовещательная сеть» «Архангельский областной радиотелевизионный передающий центр» Мансура Акрамовича Салахутдинова. Видеозапись перезахоронения хранится в Музее СПбГУТ и может стать документальным свидетельством о подлинном месте упокоения Б.Л. Розинга.

В 2007 году в одном из корпусов САФУ имени Ломоносова (Набережная Северной Двины, д.22) открылась аудитория имени Б.Л. Розинга, оснащенная современной мультимедийной техникой. В этой европейской по стилю лекционной аудитории демонстрируется небольшая музейная экспозиция о великом ученом.

Каждый год в день рождения ученого на его мемориале собираются сотрудники РТРС, Министерства связи и информационных технологий Архангельской области, Фонда поддержки и развития ТВ в Архангельской области, Колледжа телекоммуникаций, ГТРК «Поморье».

Первокурсники колледжа телекоммуникаций внимательно и с большим интересом слушают рассказы о судьбе и личном вкладе Б.Л. Розинга в развитие телевидения, возлагают цветы на могилу великого ученого, а в эфире радио и телевидения в этот день идут сюжеты о Розинге.

Еще одним важным мероприятием для сохранения памяти о Б.Л. Розинге является торжественная церемония «Посвящения в радисты» для первокурсников АКТ, которую проводит региональный филиал РТРС совместно с Колледжем телекоммуникаций. Мероприятие проходит на историческом месте, в котором 15 сентября 1913 года вышла в эфир первая на Севере России мощная коротковолновая радиостанция. В настоящее время на данном месте располагается современный цифровой телерадиовещательный комплекс, который обеспечивает трансляцию 20 телеканалов и нескольких радиостанций для более, чем 60 процентов жителей Архангельской области.

В 2017 году министерство связи и информационных технологий Архангельской области провело конкурс работ в сфере инфокоммуникаций для студентов образовательных организаций высшего и среднего профессионального образования Архангельской области имени Б.Л. Розинга.

Организаторами конкурса выступили региональное министерство связи, филиал «Ростелекома», Высшая школа информационных технологий и автоматизированных систем САФУ имени М.В. Ломоносова, колледж телекоммуникаций (филиал Санкт-Петербургского

государственного университета телекоммуникаций им. М.А. Бонч-Бруевича).

Победителями в номинации «Разработка мобильного приложения «Телевизионное вещание в Архангельской области»» стали студентки ВШ ИТАС САФУ Дарья Ерпулева и Зоя Старцева.

Лучшими в номинации «Виртуальная экскурсия (виртуальный тур, видеоролик) по памятным местам, связанным с именем Б.Л. Розинга» были признаны студенты Архангельского колледжа телекоммуникаций Родион Букаров и Светлана Павлюк.

Победа в номинации «Проект, посвященный Б.Л. Розингу: сайт, проект мероприятия» досталась студентам Архангельского колледжа телекоммуникаций Кириллу Николаеву и Роману Краеву.

В канун 55-летия с момента начала работы в столице Поморья государственного телерадиоцентра, в здании ГТРК «Поморье» открылась музейная экспозиция, посвященная славной истории телевидения Архангельской области.

Экспозиция разделена на несколько основных этапов. Начинается она со стендов, посвященных настоящим энтузиастам-«телефанатикам», которые создали и запустили любительский телецентр за семь лет до официального старта телевещания, и заканчивается современным «цифровым» этапом деятельности телекомпаний. Особое место в экспозиции уделено памяти Б.Л. Розинга.

**СОХРАНЕНИЕ ИСТОРИЧЕСКОЙ ПАМЯТИ О Б.Л. РОЗИНГЕ  
КАК ФАКТОР ГРАЖДАНСКОГО СТАНОВЛЕНИЯ ВЫПУСКНИКОВ  
АРХАНГЕЛЬСКОГО КОЛЛЕДЖА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ  
(ФИЛИАЛ) ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ  
ИМ. ПРОФ. М.А. БОНЧ-БРУЕВИЧА»**

**Нестерова Е.С.**

Начальник отдела воспитательной и социальной работы АКТ(ф)  
СПбГУТ, Nesterova@arcotel.ru

Память – преодоление времени,  
преодоление пространства.  
Память – основа совести  
и нравственности,  
память – основа культуры.  
Д.С. Лихачев

Невозможно представить жизнь без телевидения, которое сегодня есть в каждом доме, которое стремительно развивается и влияет на всех и каждого. Российский ученый Борис Львович Розинг, получивший в далеком 1907 году патент на изобретение электронного телевидения, в 1911 году создал прототип кинескопа, который принимал простейшие изображения, что и стало первой в мире телевизионной передачей электронного телевидения.

Трагическим образом судьба Б.Л. Розинга оказалась связанной с нашим городом - сюда его отправили в ссылку по ложному обвинению и здесь же он скоропостижно скончался 20 апреля 1933 года.

Примечательно, что практически в это же время - 5 мая 1930 года на базе 3-ей школы второй ступени решением Северного краевого исполкома Советов рабочих и крестьянских депутатов был организован Северный краевой электротехникум. Перед ним была поставлена задача по подготовке электротехников сильных и слабых токов (радиотехников, техников телефонной и телеграфной связи). Техникум содержался на средства разных организаций, для которых готовил кадры: краевого Совета народного хозяйства, Морфлота, Северного регионального пароходства, Всесоюзного электротехнического объединения, Экспортлеса, Северолеса, городской железной дороги, Управления связи. В 1932 году техникум был принят в ведение Наркомата связи СССР и стал называться Архангельский техникум связи. В августе 1999 года он преобразован в Архангельский колледж

телекоммуникаций (филиал) Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича.

Борис Львович Розинг никогда не преподавал в Северном краевом электротехникуме, но именно электротехникуму было суждено продолжить дело Розинга в сфере профессионального образования на Русском Севере. В 1983 году, спустя 50 лет после смерти Б.Л. Розинга состоялся первый выпуск 23 техников по специальности «Телевизионная техника и радиорелейная связь». На современном этапе, реализуемая в колледже специальность «Радиосвязь, радиовещание и телевидение», входит в число приоритетных направлений модернизации и технологического развития экономики Российской Федерации.

Выпускники–телевизионщики организовывали телевидение на Европейском Севере, проводили комплексную замену оборудования телецентров на Севере без остановки телевизионного вещания, устанавливали телевизионные станции сверхдальних передач «Орбита», занимались техническим обслуживанием Олимпиад (1980 года - в Москве, 2014 года – в Сочи), активно участвуют в программе по переходу на цифровое телевидение.

Сегодня большинство студентов, только поступивших на первый курс Архангельского колледжа телекоммуникаций, с трудом могут сказать о том, кто такой Борис Львович Розинг. Даже люди более старших поколений «не сильны» в истории становления и развития телевидения страны. «Провалов» в памяти молодых людей гораздо больше. Что может произойти, если не восполнить, не восстановить эти пробелы? Народ, не знающий или забывший своё прошлое, не имеет будущего.

Именно поэтому в нашем колледже большое внимание уделяется сохранению исторической памяти о Борисе Львовиче Розинге. Историческая память – это память базовая, стратегическая, позволяющая правильно мыслить и действовать. Имя изобретателя электронного телевидения Б.Л. Розинга становится известным нашим студентам благодаря тематическим беседам и классным часам, проводимым в начале учебного года. Студенты узнают о трагической судьбе Бориса Розинга, чье имя связано с Поморьем, и о главном изобретении, которое сыграло важнейшую роль в развитии современных средств телекоммуникации. Особый интерес вызывают последние годы, проведенные в ссылке на Севере.

Многих студентов удивляет, что даже в это сложное время жизнь Розинга была наполнена практическими делами, научной работой, чтением лекций по математике и физике рабочим Котласа, написанием статей. Он, к сожалению, не успел завершить многие из своих

начинаний, разработал трансформатор постоянного тока и трудился над прибором для ориентации слепых, мечтал создать читающую машину. Учёный планировал даже написать небольшой труд далёкий от телевидения - по технологии дерева "История одного бревна", начиная с "рождения" бревна до превращения его в художественную мебель.

Работа по сохранению исторической памяти о Борисе Львовиче Розинге в Архангельском колледже телекоммуникаций построена таким образом, что охватывает не только воспитательный, но и учебный процесс. В колледже существует лаборатория «Телевизионного вещания», в которой на практике можно проверить идеи, высказанные когда-то Борисом Розингом. Все оборудование лаборатории включено в единую систему, позволяющую студентам получать знания и практические навыки по формированию, обработке, передаче и приему телевизионных сигналов. Комплекс лабораторно-практических занятий направлен на формирование умений в организации кабельного, наземного и спутникового телевидения, в создании, обработке и распределении программ телевизионного вещания. Кроме того, студенты учатся работать с измерительными приборами, осваивают методики телевизионных измерений, определяют параметры ТВ сигнала. С помощью коммутационно-распределительного оборудования аппаратно-студийного комплекса формируется свой телевизионный канал с выдачей в эфир видео материала и добавлением логотипа, титров и бегущей строки. Большинство студентов говорят о лаборатории «Телевизионного вещания»: «Учиться здесь сложно, но очень интересно!».

Одной из традиций колледжа является празднование Всемирного дня телевидения. В рамках праздничных мероприятий большой популярностью пользуется публичная лекция преподавателя Семенцыной Ксении Александровны для студентов специальности «Радиосвязь, радиовещание и телевидение», посвященная Б.Л. Розингу и развитию телевидения Архангельской области.

Большую роль в процессе формирования исторической памяти о великом учёном играет научно-исследовательская работа обучающихся. В ноябре каждого учебного года в колледже проводится, ставшая уже традиционной Научная студенческая конференция. Участники конференции: студенты всех специальностей с первого по четвертые курсы и их научные руководители (преподаватели колледжа), слушатели. Личность Бориса Львовича Розинга, его биография и научная деятельность неизменно привлекают внимание студентов. Так, в 2017 году студентка Зимина Александра заняла 3 место с те-

мой: «Жизнь и деятельность Бориса Львовича Розинга в Архангельске». В 2018 году в рамках научной конференции студентов была организована секция «Профессор Б.Л. Розинг и электронное телевидение: от истоков до наших дней (к 150-летию со дня рождения великого изобретателя)».

26 октября 2018 года студенты колледжа приняли участие во II этапе областных Ломоносовских чтений среди обучающихся государственных профессиональных образовательных организаций Архангельской области. В номинации «Руки рабочих, вы даёте движенье планете!» (о выдающихся людях и делах в профессии) выступил студент колледжа Цыганок Антон с темой работы «Борис Львович Розинг».

В 2017 году в Архангельской области был проведён конкурс работ в сфере инфокоммуникаций для студентов образовательных организаций высшего и среднего профессионального образования Архангельской области имени Б.Л. Розинга, который вызвал большой интерес у обучающихся. Организаторами конкурса выступили региональное министерство связи, Архангельский филиал ПАО «Ростелеком», Высшая школа информационных технологий и автоматизированных систем САФУ имени М.В. Ломоносова (ВШ ИТАС САФУ), Архангельский колледж телекоммуникаций (филиал) Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. М.А. Бонч-Бруевича.

Проекты на конкурс принимались по трем номинациям:

1. разработка мобильного приложения «Телевизионное вещание в Архангельской области;
2. виртуальная экскурсия (виртуальный тур, видеоролик) по памятным местам, связанным с именем изобретателя телевидения;
3. проект, посвященный Б.Л. Розингу: сайт, проект мероприятия.

Примечательно, что победителями в двух из трех номинаций стали студенты нашего колледжа: в номинации «Виртуальная экскурсия (виртуальный тур, видеоролик) по памятным местам, связанным с именем Б.Л. Розинга» победителями были признаны наши студенты Светлана Павлюк и Родион Букаров, а в номинации «Проект, посвященный Б.Л. Розингу: сайт, проект мероприятия» - выпускники Архангельского колледжа телекоммуникаций Роман Краев и Кирилл Николаев.

Помогает в просветительской работе сотрудникам колледжа профессиональное сообщество связистов, которое хранит память об этом великом изобретателе. Каждый год в день, когда родился Розинг, представители регионального министерства связи, сотрудники

Архангельского филиала РТРС, специалисты телекомпании «Поморье» - филиала ВГРТК, студенты колледжа и ветераны областного телевидения возлагают цветы к единственному в стране мемориалу Б.Л. Розинга на Вологодском кладбище поморской столицы.

За свои великие открытия и славные дела Борис Львович Розинг достоин многого. Помимо мемориального комплекса, воссозданного в 2005 году, в 1986 году в городе появилась улица, названная его именем. Студенты Архангельского колледжа телекоммуникаций за время обучения не только узнают об учёном, но и популяризируют его имя.

Эффективность работы колледжа по сохранению исторической памяти о Б.Л. Розинге показательна. Проведенное анкетирование среди выпускников специальности «Радиосвязь, радиовещание и телевидение», показало, что 97 % из них на вопрос о том кто такой Б.Л. Розинг уверенно отвечают: Розинг – это не только физик-теоретик, инженер, изобретатель, популяризатор науки, но и общественный деятель, профессор Петербургского технологического института, союзный эксперт по вопросам телевидения в Комитете по делам изобретений, обладатель золотой медали Русского технического общества, лауреат Премии им. К.Г. Сименса. Но главное, что выносят из стен колледжа выпускники, это знание о том, что Борис Львович Розинг – разработчик основного принципа устройства и работы современного электронного телевидения и истинный патриот.

Самое главное для сотрудников колледжа то, что нам удалось сохранить у каждого нового поколения студентов память о Розинге - человеке, который совершил революционное открытие в науке и технике, дав толчок стремительному развитию телевидения во всем мире.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕЖЧАСТИЧНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ НА НАМАГНИЧЕННОСТЬ РАСТВОРА НАНОЧАСТИЦ МАГНЕТИТА

**Жерновой А.И.** –

д.т.н., профессор, azhspsb@rambler.ru,

**Дьяченко С.В.** –

к.ф.-м.н., ассистент, samyon2008@yandex.ru

Санкт-Петербургский государственный технологический институт  
(технический университет)

Наночастицы магнетита размером  $\approx 10$  нм имеют величины магнитных моментов  $P \approx 10^{-19}$  А·м<sup>2</sup>, которые в  $10^5$  раз превышают магнетон Бора. Поэтому растворы, содержащие такие наночастицы, обладают намагниченностью, значительно большей, чем растворы молекулярных парамагнетиков, что можно практически использовать, для дистанционного измерения температуры воды и льда с помощью закона Кюри. При таком применении наночастиц важно знать, зависит ли их намагниченность от неконтролируемых (случайных) параметров, например, от магнитных моментов соседних наночастиц. В литературе имеются работы, подтверждающие [1,2] и отрицающие [3,4] влияние межчастичных взаимодействий на намагниченность раствора наночастиц. В связи с этим было проведено экспериментальное исследование зависимости магнитной восприимчивости  $\chi$  коллоидного раствора наночастиц магнетита от температуры  $T$  в диапазоне от 293 до 363 К. При отсутствии влияния межчастичных взаимодействий на намагниченность раствора наночастиц, зависимость его магнитной восприимчивости от температуры должна определяться законом: Кюри  $\chi = (C/T)$  ( $C$ -константа Кюри), а при наличии такого влияния законом Кюри-Вейсса:  $\chi = (C/(T-T_0))$ , ( $T_0$ -температура Кюри-Вейсса).

Для измерения магнитной восприимчивости раствора наночастиц магнетита – магнитной жидкости, была применена установка, основанная на методе ядерного магнитного резонанса [5]. Полученные экспериментальные результаты приведены на рисунках 1,2. На рис. 1 приведена зависимость обратной магнитной восприимчивости  $1/\chi_b$  от температуры  $T$ , где  $\chi_b = (M\mu_0/B)$ ,  $M$ -намагниченность,  $B$ -индукция магнитного поля внутри образца. На рис 2 приведена зависимость обратной магнитной восприимчивости  $1/\chi_n$  от температуры  $T$ , где  $\chi_n = (M/H)$ ,  $H$ -напряженность магнитного поля внутри образца. Из графиков следует, что на рис.1 обратная магнитная восприимчивость ( $1/\chi_b$ ) при  $T=0$  не равна нулю, то есть закон Кюри не выполняется, а на

рис.2 обратная магнитная восприимчивость ( $1/\chi_H$ ) при  $T=0$  практически равна нулю, то есть закон Кюри выполняется.

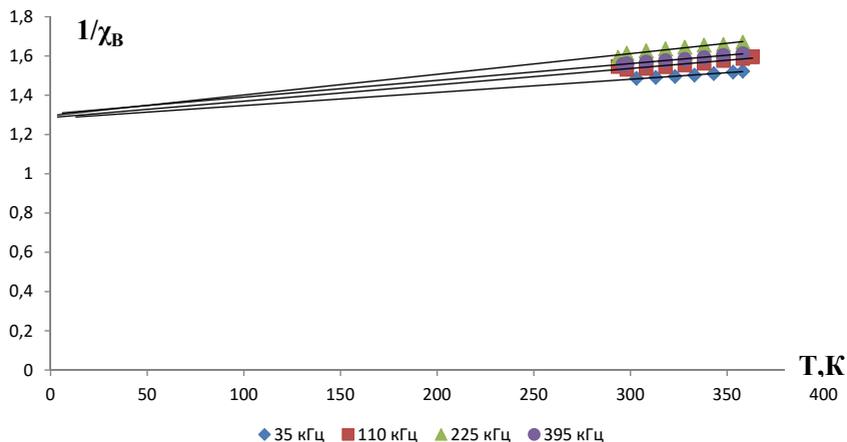


Рисунок 1. Зависимость обратной магнитной восприимчивости  $1/\chi_B$  от температуры  $T$ .

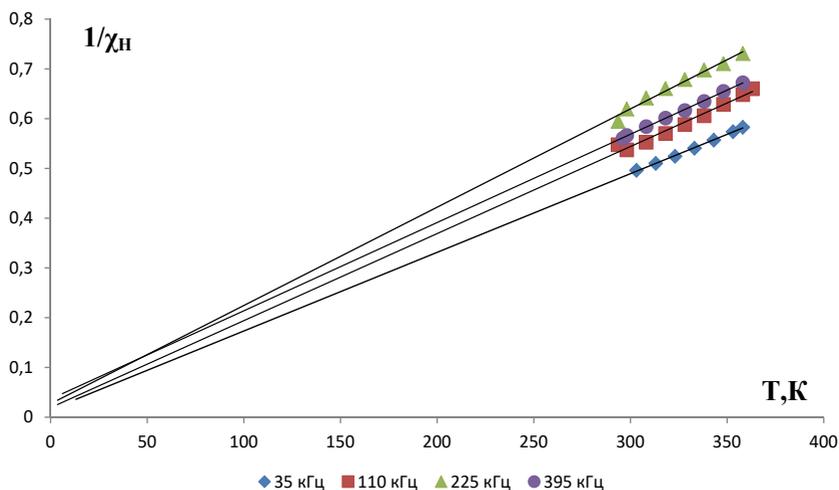


Рисунок 2. Зависимость обратной магнитной восприимчивости  $1/\chi_H$  от температуры  $T$ .

Магнитные восприимчивости  $\chi_{\text{н}}$  и  $\chi_{\text{в}}$  - коэффициенты пропорциональности между намагниченностью вещества  $M$  и напряженностью  $H$  или индукцией  $B$  магнитного поля в образце. Из [6] известно, что закон Кюри выполняется на начальном участке кривой намагничивания парамагнетика, где  $PB \ll kT$ , при этом намагниченность пропорциональна  $B$  и  $H$ . Если намагниченность  $M$  считать пропорциональной  $B$ , то  $M = (M_{\text{нас}}PB/3kT) = M_{\text{нас}}P\mu_0(H+M)/3kT$ , откуда:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\chi_{\text{в}}} &= \frac{3kT}{M_{\text{нас}}P}; & \frac{1}{\chi_{\text{н}}} \\ &= \frac{3kT}{M_{\text{нас}}P\mu_0(1 + \frac{M}{H})}. \end{aligned} \quad (1)$$

Если намагниченность  $M$  считать пропорциональной  $H$ , то  $M = (M_{\text{нас}}P\mu_0H/3kT)$ , откуда:

$$\begin{aligned} \frac{1}{\chi_{\text{в}}} &= \frac{3kT}{M_{\text{нас}}P(1 - \mu_0 \frac{M}{B})}; & \frac{1}{\chi_{\text{н}}} \\ &= \frac{3kT}{M_{\text{нас}}P\mu_0}. \end{aligned} \quad (2)$$

При температуре  $T$ , стремящейся к нулю, в первом случае из (1) и  $1/\chi_{\text{н}}$ , и  $1/\chi_{\text{в}}$  стремятся к нулю (закон Кюри выполняется), а во втором случае из (2)  $1/\chi_{\text{н}}$  стремится к нулю (закон Кюри выполняется), а  $1/\chi_{\text{в}}$  не стремится к нулю (закон Кюри не выполняется), так как знаменатель в выражении для  $1/\chi_{\text{в}}$  при уменьшении  $T$  уменьшается. При этом знаменатель уменьшается тем быстрее, чем меньше  $B$ . Это согласуется с изменением характера экспериментальных зависимостей ( $1/\chi_{\text{в}}$ ) от  $T$ , полученных при разных  $B$ .

Проведённый опыт показал, что если намагниченность магнитной жидкости принять пропорциональной индукции поля в магнетике, то закон Кюри не выполняется. Если же намагниченность принять пропорциональной напряженности поля, которая равна индукции без учёта вклада, создаваемого магнитными моментами наночастиц, то закон Кюри выполняется. Это показывает, что намагниченность коллоидного раствора ферромагнитных наночастиц создаётся действием на их магнитные моменты индукции внешнего постоянного магнитного поля, а флуктуирующие магнитные поля магнитных моментов наночастиц на намагниченность раствора практически не влияют. Это и является причиной выполнения закона Кюри, а не закона Кюри-Вейсса в магнитных жидкостях.

Работа выполнена при поддержке Фонда содействия инновациям (Договор № 11765ГУ/2017).

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Берковский Б.М., Медведев В.Ф., Краков М.С. Магнитные жидкости. – М.: Химия, 1989. – 240 с.
2. Диканский Ю.И., Испирян А.Г., Куникин С.А. О виде функциональной зависимости магнитной восприимчивости магнитной жидкости от температуры // Известия ВУЗов. Физика. – 2017. – Т.60, №1. – С.156-163.
3. Жерновой А.И., Дьяченко С.В. О выполнении закона Кюри в магнитных жидкостях // Известия ВУЗов. – Физика. – 2015. – Т.58, №1. – С.119-122.
4. Давыдов В.В., Дудкин В.И. О возможности определения температуры коллоидных растворов методом ядерного магнитного резонанса // ЖТФ. – 2016. – Т.86, вып.7. – С. 154-158.
5. Жерновой А.И., Дьяченко С.В. Об измерении термодинамической температуры с использованием парамагнитного термометрического вещества // ЖТФ - 2015. - Т.85, вып.4, С.118-122.
6. Вонсовский С.В. Магнетизм. – М.: Наука, 1971. – 1032 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕНИ РАСТВОРЕНИЯ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Харламова А.А. – магистрант 2 курса,  
Самылова Н.С. – старший преподаватель n.samylova@narfu.ru

Северный (Арктический) федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова

При изготовлении различных лекарственных препаратов, растворов, суспензий и эмульсий, появляется необходимость проверки полученных веществ на ряд характеристик. Но перед исследователем встает вопрос, в какой момент времени начать проводить наблюдение?

Для того, чтобы получить в конце исследования достоверный результат, необходимо убедиться, что препарат готов к проведению анализа. Непосредственно сразу после приготовления лекарственного препарата проводить какие-либо исследования нельзя, так как смешиваемые вещества еще продолжают взаимодействовать. Рассмотрим основной вид взаимодействия – растворение.

Растворением считаем присоединение молекул воды к молекулам или ионам препарата. Таким образом, необходимо рассчитать время гидратации, после которого процесс растворения можно считать завершенным и перейти к дальнейшему анализу. [1]

Процесс происходит с выделением или поглощением некоторого количества тепловой энергии  $Q[4]$ , которую может зафиксировать калориметр (в дальнейшем расчет будем проводить для тепловыделения, т.к эксперименты проводили только с экзотермическими реакциями), тогда

$$\frac{dQ}{dt} = q_1 \frac{dN}{dt}$$

Здесь  $q_1$  - плотность теплового потока или энерговыделение при гидратации одной молекулы, Вт/м<sup>2</sup>,  $N$  – количество молекул.

Согласно уравнению теплопроводности, тоже самое можно записать как

$$\frac{dQ}{dt} = -\lambda \cdot \text{grad}T \cdot S_{яч}$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К),  $\text{grad}T$  – градиент температуры, °С,  $S_{яч} = N \cdot 4\pi \cdot r_0^2$  – площадь соприкосновения молекулы с измерительной ячейкой прибора, который фиксирует тепловой поток, м<sup>2</sup>,  $r_0$  – радиус молекулы, м.

Тогда количество теплоты выделяющееся в процессе гидратации, за единицу времени через единицу поверхности

$$q_1 \frac{dN}{dt} = -\lambda \cdot \text{grad}T \cdot S_{\text{яч}}$$

или

$$q_1 \frac{dN}{dt} = -\lambda \cdot \text{grad}T \cdot N \cdot 4\pi \cdot r_0^2$$

После интегрирования получим:

$$q_1 \ln \frac{N}{N_0} = -\lambda \cdot \text{grad}T \cdot 4\pi \cdot r_0^2 \cdot t$$

где  $N$ ,  $N_0$  – количество молекул в конечный и начальный момент времени.

Тогда время растворения найдем как

$$t = -\frac{q_1 \ln \frac{N}{N_0}}{\lambda \cdot \text{grad}T \cdot 4\pi \cdot r_0^2}$$

Преобразуем выражение до более емкой и короткой записи

$$\ln \frac{N}{N_0} = \frac{-\lambda \cdot \text{grad}T \cdot 4\pi \cdot r_0^2 \cdot t}{q_1}$$

$$N = N_0 e^{-kt}, \quad N = \frac{Q}{q_1 S_{\text{яч}}}, \quad N_0 = \frac{Q_0}{q_1 S_{\text{яч}}}$$

Тогда зависимости динамики энерговыделения от параметров препарата – экспоненциальная

$$Q = Q_0 e^{-kt}$$

где  $k = \frac{-\lambda \cdot \text{grad}T \cdot 4\pi \cdot r_0^2}{q_1}$  – коэффициент пропорциональности.

Сравним теоретический расчет с экспериментом.

Проведем калориметрическое исследование и выясним, имеет ли на практике зависимость энерговыделения от времени экспоненциальный вид.

Калориметр [2,3] (рисунок 1) представляет собой теплоизолированную камеру, в которую помещается измерительная ячейка. Измерительная ячейка – куб из 5 элементов Пельтье. Внутри ячейки устанавливается кювета, заполненная водой. К измерительной ячейке подключен

вольтметр, который фиксирует величину ЭДС. Анализируемое вещество засыпается в кювету, заполненную водой. Кювета накрывается теплоизоляционной крышкой. Показания снимаются при температуре 20С с интервалом 1 минута. Измерение длится 1 час 30 мин.

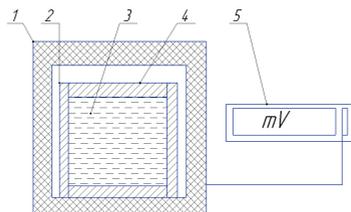


Рисунок 1 – Схема измерительной установки [1].

- 1 – теплоизолированная камера, 2 – измерительная ячейка,  
 3 – кювета, заполненная водой,  
 4 – теплоизоляционная крышка, 5 – вольтметр.

Проведя серию измерений, получили следующие виды зависимостей

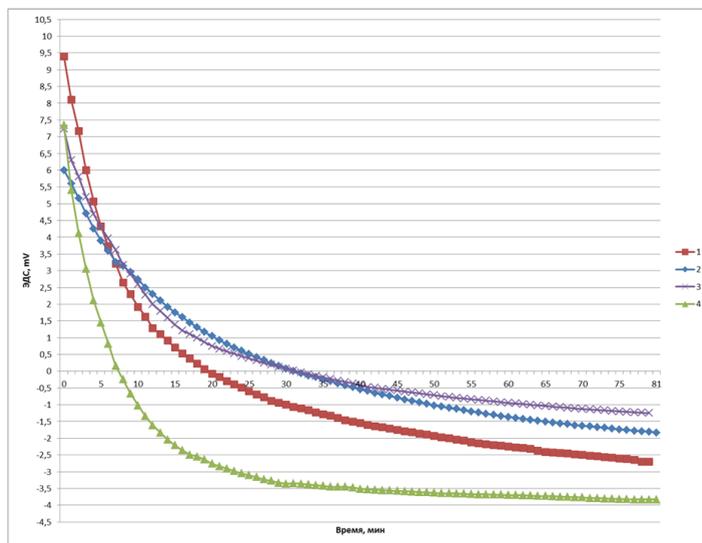


Рисунок 2 - Экспериментальная зависимость ЭДС от времени для различных препаратов, 1 – «Тайм-фактор», 2 – «Линекс», 3 – «Омепразол», 4 – «Нимесил»

Как видно график имеет экспоненциальный вид. Кроме того значения имеют положительный и отрицательный знаки. Растворение

характеризуется областью положительных значений. Причина отрицательных значений – высокая чувствительность прибора к температуре. Стенки измерительной ячейки выполнены из керамики, коэффициент термического сопротивления которой составляет  $0,011 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}/(\text{см} \cdot \text{ккал})$ . Ячейка не препятствует распространению теплового потока и нагревается во время растворения лекарственного препарата. Когда растворение закончено ячейка начинает остывать, нагревая раствор, что и отражается на графике в виде области отрицательных значений.

Сравним полученный график (рисунок 2) с теоретическим (рисунок 3).

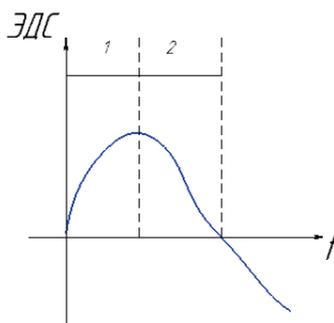


Рисунок 3 – Теоретический график зависимости ЭДС от времени

Мысленно разделим график на две части.

1 часть – объясняется выделением поверхностной энергии при засыпке порошка в воду. Энергия выделяется практически мгновенно, калориметр, используемый в данном исследовании, зафиксировать ее не может, ввиду недостаточной чувствительности, в данном исследовании не рассматривалась.

2 часть – характеризует скорость растворения лекарственного препарата.

Растворение характеризуется выделением энергии, которую фиксирует калориметр как термо ЭДС. Можно перейти от термо-ЭДС к количеству теплоты, используя вольт-ваттную чувствительность элемента Пельтье.

$$\mathcal{E} = B \cdot Q,$$

где  $\mathcal{E}$  – термо ЭДС, фиксируемая прибором мВ, Q – количество теплоты, Вт, B – вольт-ваттная чувствительность элемента,  $40.15 \text{ мВ/Вт}[1]$ .

Серия экспериментов доказала, что вид теоретической зависимости совпадает с экспериментальной.

Вывод: На основе калориметрического исследования возможно проверять готовность препарата к дальнейшему анализу. Кроме того, посредством сравнения энерговыделения стандартизированных препаратов с исследуемыми можно создать методику проверки качества фармакологических препаратов.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Васильев А.Н., Реутская Л.А., Байдуллаева Ш.А., Горячев Д.В., Гавришина Е.В., Ниязов Р.Р. «Качество лекарственных препаратов. Суть вопроса и зарубежный опыт». «Ремедиум. Журнал о российском рынке лекарств и медицинской технике», 9 стр. – 2014 г.

2. Волков А.С., Тягунин А.В., Копосов Г.Д. Журнал Приборы и техника эксперимента. № 5 (2017). – 4 с

3. Емелина, А. Л. Дифференциальная сканирующая калориметрия. Лаборатория химического факультета, МГУ 2009 г. Пособие. Изд-во МГУ. – 42с.

4. Иноземцев Я.О., Воробьев А.Б., Матюшин Ю.Н. Калориметр для контроля энергоемких систем и калорийности энергоресурсов, Вестник Казанского технологического университета, 2010 г. – 4с.

Авторы выражают благодарность к.ф.-м.н. Копосову Геннадию Дмитриевичу, за помощь в проведении эксперимента и анализе полученных результатов.

## **ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛИГРАФОЛОГИИ**

**Ерофеева В.А.**

студент viktoshaerofeeva@mail.ru

научный руководитель: Оруджова О.Н., к.т.н., доцент, доцент  
Северный (Арктический) федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова

В настоящее время ни одна область экспериментальной, клинической или профилактической медицины не может успешно развиваться без широкого применения электронной медицинской аппаратуры. Сравнение эффективности различных диагностических методов показывает, что наиболее полезная информация о функционировании внутренних органов и физиологических систем организма содержится в биоэлектрических сигналах, снимаемых с различных участков под кожным покровом или с поверхности тела. Регистрация биопотенциалов, возникающих на поверхности тела, может производиться длительно и многократно без каких-либо болезненных ощущений или вредного действия на организм. Это важное достоинство наряду с большой информативностью явилось одной из причин, способствовавших развитию и широкому распространению биоэлектрических методов исследований.

При измерении медико-биологических параметров биообъектов их соединяют с измерительной схемой с помощью электродов и датчиков. В медицинской электронике используются два вида устройств съема: электроды и датчики. К электродам предъявляются определенные требования: они должны быстро фиксироваться и сниматься, иметь высокую стабильность электрических параметров, быть прочными, не создавать помех, не раздражать биологическую ткань и т. п. Важная физическая проблема, относящаяся к электродам для съема биоэлектрического сигнала, заключается в минимизации потерь полезной информации, особенно на переходном сопротивлении электрод – кожа. Для уменьшения переходного сопротивления электрод – кожа стираются увеличить проводимость среды между электродом и кожей, используют марлевые салфетки, смоченные физиологическим раствором или электропроводящие пасты. Можно уменьшить это сопротивление, увеличив площадь контакта электрод – кожа, т. е. увеличив размер электрода. Но в этом случае истинная картина электрического поля будет искажена, т.к. электрод будет захватывать несколько эквипотенциальных поверхностей.

Полиграф представляет собой техническое устройство для точного измерения амплитуды и длительности соответствующих психо-

физиологических реакций человека в динамике их наблюдения в момент ответа на вопросы в рамках определенной темы [1, 2].

Полиграф состоит из нескольких элементов:

- датчики, предназначенные для контроля и получения данных о психофизиологическом состоянии организма человека;

- электронно-вычислительная машина, которая в большинстве случаев представлена стационарным компьютером. Производит запись и обработку полученных данных с датчиков полиграфа. В дальнейшем электронно-вычислительная машина переводит полученную информацию в аналоговый код и передает на выводящее устройство;

- выводящее устройство (осциллограф, принтер или экран монитора) предназначено для вывода информации, полученной датчиками полиграфа на диаграмму (полиграмма).

Полиграммы были получены с помощью оборудования «Biorac Student Lab». В ходе исследования регистрировались: электрокардиограмма, электродермальная активность, частота сердечных сокращений и частота дыхания.

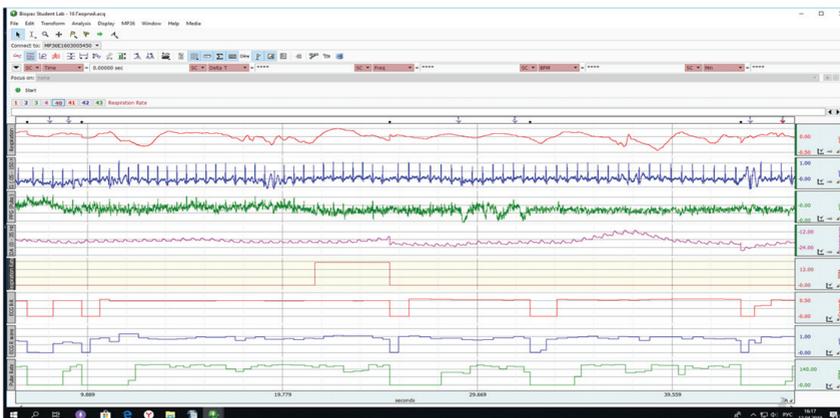
В данном исследовании использовали следующие датчики: датчик дыхательного усилия (SS5LB), датчик регистрации электрокардиограммы (SS2LB), датчик регистрации кожно-гальванической (SS57L), датчик пульс-плетизмограф (SS4LA).

Кожно-гальваническая реакция (КГР) в связи с легкостью ее измерения, высокой чувствительностью по отношению к функциональному состоянию центральной нервной системы широко применяется в физиологических и психологических исследованиях в качестве показателя интенсивности и динамики нейроэмоционального напряжения человека. Тесная связь динамики КГР с потоотделительной, зрачковой, сосудистой и др. реакциями позволяет рассматривать этот показатель как часть общего вегетативного рефлекса [3].

Физиологические реакции человека могут изменяться при предъявлении ему значимых стимулов. В качестве стимулов используются слова, фотографии, рисунки, предметы и т.д.

Регистрируемые физиологические реакции в реальном времени отображаются на экране монитора в виде пульсирующих кривых (рисунок 1).

На полиграммах фиксируется физическая и тоническая составляющие кожно-гальванической реакции. В первом случае анализируется быстротекущий процесс – ответ на короткий (ситуационный) раздражитель. Анализируется амплитуда, длительность, многопиковость (например, двугорбость). Вторая компонента – отклик на медленное изменение кожного сопротивления, связанного с отражением глубинных процессов реагирования в центральной нервной системе [4].



*Рисунок 1. Полиграмма*

Все важнейшие органы и системы человека имеют собственные временные электрические и электромагнитные ритмы. Сигналы, имеющие место при измерении указанных выше биофизических характеристик, изменяются различным образом: по скорости, амплитуде и т.д. При возбуждении изменяется величина кровяного давления, частота сердечных сокращений.

Для того чтобы получить и зафиксировать информацию о состоянии и параметрах медико-биологической системы, необходимо иметь целую совокупность устройств. Первичный элемент этой совокупности — чувствительный элемент средства измерений - устройство съема. Оно непременно контактирует или взаимодействует с самой системой. Остальные элементы находятся обычно обособленно от медико-биологической системы. В некоторых случаях части измерительной системы могут быть даже отнесены на значительные расстояния от объекта измерений. В устройствах медицинской электроники чувствительный элемент либо прямо выдает электрический сигнал, либо меняет таковой сигнал под воздействием биологической системы.

Таким образом, устройство съема преобразует информацию медико-биологического и физиологического содержания в сигнал электронного устройства. Завершающим элементом измерительной цепи в медицинской электронике является средство измерений, которое отображает или регистрирует информацию о биологической системе в форме, доступной для непосредственного восприятия наблюдателем.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Александрук Г.А. CQT: практическое пособие для специалистов. / Г.А. Александрук. Липецк: Издательство "Гравис", 2014. – 160 с.
2. Князев В.М., Варламов Г.В. Полиграф и его практическое применение: Учеб. пособ. - М.: "Принт-Центр", 2012. - 859 с.
3. Научная электронная библиотека КиберЛеника – Интернет портал. Современные технические средства детекции лжи. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tehnicheskie-sredstva-deteksii-lzhi> (дата обращения: 12.04.2019).
4. Научная электронная библиотека КиберЛеника – Интернет портал. Психофизиологический метод выявления скрываемой информации с использованием полиграфа в целях кадрового отбора: вопросы истории, теории и практики. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/psihofiziologicheskij-metod-vyyavleniya-skryvaemoj-informatsii-s-ispolzovaniem-poligrafa-v-tselyah-kadrovogo-otbora-voprosy-istorii> (дата обращения: 14.04.2019).

## ИССЛЕДОВАНИЕ МОРОЗОСТОЙКОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Кононова В.М. –

студент, [violenkononova@yandex.ru](mailto:violenkononova@yandex.ru)

Научные руководители: Махин В.Э. – ст. преподаватель,

Оруджова О.Н. – к.т.н., доцент, доцент

Северный (Арктический) федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова

Арктика, регион, отличающийся особо суровым климатом: низкие температуры воздуха, их сезонная резкая контрастность, сильные ветры, высокая влажность. Такие условия задают особые требования к проектированию, возведению и эксплуатации зданий и сооружений, они же являются определяющими свойствами применяемых строительных материалов, которые должны обеспечивать долговечность строительных конструкций, их устойчивость и сопротивляемость агрессивным воздействиям окружающей среды.

В настоящее время, одними из распространенных в строительстве являются геосинтетические материалы. Это группа полимерных материалов, используемых в геотехнике в контакте с грунтом, для повышения физико-механических и гидравлических характеристик грунта, а также применяющихся в совокупности с другими строительными материалами. Исходные полимеры: полиамид, полиэтилен, полиэфир, полипропилен и полиэстер (рисунок 1).

Существует множество разновидностей геосинтетических материалов, в зависимости от области строительства. Актуальным для арктического региона является использование данного материала в виде суков и сеток в качестве прослойки при дорожном строительстве. Благодаря такому решению улучшаются технические характеристики дорожных конструкций за счет уникальных свойств геосинтетика, а именно: высокой прочности на растяжение, высокой адгезии с грунтом, долговечности и устойчивости к биологическим и химическим агрессивным воздействиям. Строительство с использованием геосинтетических материалов становится более технологич-



*Рисунок 1. Виды геосинтетических материалов*

ным и экономичным, из-за сокращения объемных видов земельных работ, а также экологичным, так как этот материал – продукт вторичного использования отходов целлюлозно-бумажного производства.

За последние годы были проведены многочисленные исследования геосинтетических материалов, определены их физико-механические, теплофизические и гидравлические характеристики [1, 2]. Для утверждения геосинтетиков, как современных универсальных материалов, способных укрепить дорожную конструкцию в различные сезоны, необходимо исследовать устойчивость этих материалов к воздействию низкотемпературных полей.

Морозостойкость – способность материала в водонасыщенном состоянии выдерживать многократные

попеременные циклы «замораживание-оттаивание» без заметного снижения прочностных характеристик. Основная причина разрушения материала при низких температурах – расширение кристаллизованной воды, заполняющей его поры.

При испытании проводилась оценка сохранения прочности при растяжении испытуемых контрольных образцов и образцов, прошедших циклы попеременного замораживания и оттаивания.

Определение максимальной прочности при растяжении и относительное удлинение при разрыве по длине и по ширине осуществлялось по ГОСТ 2678-94 (рисунок 2) [3]. Были изготовлены 2 группы образцов (по 5 единиц в каждой) материала, вырезанных из одного полотна, и ориентированных в двух взаимно перпендикулярных направлениях

– продольном и поперечном. Для них устанавливалась зависимость «нагрузка – удлинение».

Другие 2 группы геосинтетика, подвергались многократному замораживанию и оттаиванию. Для этого образцы погружались в емкость с водой так, чтобы уровень воды над ними был не ниже 15 мм. Емкость с водой помещалась в климатическую камеру, и проводились 30 циклов попеременного замораживания и оттаивания образцов по следующей схеме:



*Рисунок 2. Испытание образца по определению предела прочности на растяжение и относительного удлинения при разрыве*

1. замораживание - при температуре минус 18<sup>0</sup>С в течение 12 ч;
2. оттаивание (полное размораживание) – при температуре 18-23<sup>0</sup>С в течение 12 ч. (По ГОСТ 55032-2012) [4].

Образцы извлекали из емкости, сушили при комнатной температуре в течение 24 ч или при температуре 60<sup>0</sup>С в течение 1 ч. После этого проводили испытания образцов на растяжение (таблица 1).

**Таблица 1**

Результаты лабораторных испытаний по определению предела прочности на растяжение и относительного удлинения при разрыве образцов после многократного замораживания и оттаивания

№ опыта	Исходная длина $l_0$ , мм	Ширина, мм	Удлинение, мм	Сила, кН	Прочность на растяжение, Н/м	Относительное удлинение, %	Среднее значение прочности при растяжении, Н/м	Среднее значение относительного удлинения, %
1 группа (по ширине)								
1	167	52	41,08	1,43 8	27653,8	24,6	27000	23,3
2	165	51	38,45	1,23 4	24196,1	23,3		
3	165	51	40,49	1,40 4	27529,4	24,5		
4	169	51	41,74	1,42 1	27862,7	24,7		
5	170	52	33,39	1,44	27692,3	19,6		
2 группа (по длине)								
6	167	52	30,19	3,11 5	59903,8	18	71800	19,9
7	169	49	33,82	3,86 7	78918,4	20		
8	166	51	34,89	3,80 9	74686,3	21		
9	168	50,5	35,68	3,73 6	73980,2	21,2		
10	166	49	31,87	3,51 2	71673,5	19,2		

Показатель стойкости геосинтетических материалов к многократному замораживанию и оттаиванию (сохранение прочности) определяется по формуле:

$$C_t = \frac{\alpha_{\text{мор}}}{\alpha_0} \cdot 100\%$$

где  $\alpha_{\text{мор}}$  – прочность при растяжении образца после многократного замораживания и оттаивания, Н/м;

$\alpha_0$  – прочность при растяжении контрольного образца, Н/м. (таблица 2)

**Таблица 2**

Результаты определения стойкости материала

Направление	Показатель стойкости материала после многократного замораживания и оттаивания $C_t$ , %
по длине	96,0
по ширине	85,2



*Рисунок 3. Климатическая камера*

Сравнительный анализ позволяет сделать выводы: исследуемый геосинтетический строительный материал морозостоек и теплостоек [5], что является определяющим фактором прочности дорожной конструкции при агрессивном воздействии окружающей среды и резким изменением температуры воздуха.

## ЛИТЕРАТУРА:

1. Совершенствование конструкций лесовозных дорог с гибкими геотекстильными прослойками (автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.21.01, РГБ ОД, 9 10-7/3058), Архангельск: ФГАОУ Северный (Арктический) федеральный университет, 2010. – 23 с.
2. Увеличение несущей способности грунтов с помощью геосинтетических материалов / О.Н.Оруджова, А.А. Шинкарук // Ежемесячный научно-технический и производственный журнал. Журнал «Промышленное и гражданское строительство». – Москва: Изд-во ПГС, 2012. - № 10. – с. 30-31.
3. ГОСТ Р 2678-94 Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний (с Изменением N 1). Москва, ИПК Издательство стандартов, 2003.
4. ГОСТ Р 53226 – 2008 Полотна нетканые. Методы определения прочности. Москва, Стандартинформ, 2009.
5. PHYSICS, TECHNOLOGIES AND INNOVATION (PTI-2018), Garamov G.A., Potanina D.S., Orudzhova O.N., Makhin V.E.: Proceedings of the V International Young Researchers' Conference PREV NEXT Conference date: 14–18 May 2018 Location: Ekaterinburg, Russia.

## **ПРИМЕНЕНИЕ SLIP-ЭФФЕКТА В САМООЧИЩАЮЩИХСЯ ПОКРЫТИЯХ НА ОСНОВЕ КСЕРОГЕЛЯ ИЗ МНОГОСТЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК**

**Сенюкова С.И.** – магистрант svetlanasenyukova@yandex.ru,

**Морошкин С.О.** – студент Sergey.moroshkin@mail.ru

Научный руководитель: Капустин С.Н.,

к.ф.-м.н., старший преподаватель

Северный (Арктический) федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова

В работе [1] было предложено использование slip-эффекта (liquid-infused porous surfaces) для создания самоочищающихся поверхностей. Суть подхода состоит в создании пористой поверхности, способной активно накапливать лубрикант. Смачивая поверхность, лубрикант создает жидкую пленку, по которой скользят загрязнения. Одной из проблем, характерных для подобного рода поверхностей, является заполнение микроскопических пор лубрикантом (для этого часто используется центрифугирование). Еще одной проблемой является удержание лубриканта – рано или поздно он смывается.

В нашей предыдущей работе было предложено использовать для создания сверхгидрофобных поверхностей порошок из молотого ксерогеля на основе углеродных нанотрубок (УНТ). Наклеивая данный порошок на поверхность, мы можем получить покрытие, проявляющее сверхгидрофобные свойства за счет нанорельефа, создаваемого как отдельными УНТ, так и крошками ксерогеля в целом.

Одной из особенностей УНТ является молекулярно гладкие стенки, по которым жидкость растекается практически без трения [2] с крайне большой скоростью, а так же пористая структура и большая поверхностная площадь. Все это делает порошок ксерогеля потенциально хорошим носителем лубрикантов некоторых типов.

Данная статья посвящена изучению возможности использования slip-эффекта в сверхгидрофобных покрытиях на основе молотого ксерогеля из УНТ.

Для приготовления и исследования свойств сверхгидрофобных поверхностей использовались многостенные УНТ марки «Таунит – М», полученные CVD-методом.

Дисперсный раствор УНТ был приготовлен в изопропиловом спирте в соотношении 1:1 по объёму. Далее смесь подвергалась ультразвуковому диспергированию с постоянным перемешиванием в течение часа. Используя вакуумную камеру, полученную массу высу-

шивали при комнатной температуре в течение 5 – 6 дней. На конечном этапе ксерогель измельчалии подвергали тепловому воздействию при температуре 80° около 5 часов.

Необходимыми условиями для реализации slip-эффекта являются создание образцов с однородным покрытием и полная смачиваемость поверхности лубрикантом.

При изготовлении образца на гладкую поверхность наклеивали двухсторонний углеродный скотч, после чего насыпали на него порошкиз молотого ксерогеля. После изготовления второго аналогичного образца, прижимали их поверхности друг к другу и аккуратными вращательными движениями втирали ксерогель в течение 30 секунд. При этом важно несильно прижимать образцы, чтобы не нарушать морфологию частиц ксерогеля. Затем снова добавляли молотый ксерогель и повторяли процедуру втирания 1 – 2 раза. После получения ровного однородного покрытия остатки нанотрубок сдували.

Для приготовленных образцов измеряли угол смачивания и угол скатывания капли дистиллированной воды. После производилась пропитка лубрикантом, который, смачивая поверхность, растекается, образуя тонкую пленку. В качестве лубриканта использовалось вазелиновое масло и силиконовое масло марки VBF.

В таблице 1 приведено сравнение характеристик покрытия до и после применения лубриканта.

**Таблица 1**

Характеристики покрытия образцов на основе ксерогеля в зависимости от наличия лубриканта

№	Без лубриканта		С лубрикантом		Лубрикант
	Угол смачивания	Угол скольжения	Угол смачивания	Угол скольжения	
1	159.5 ± 2.2	4.5 ± 1.4	89.9 ± 0.7	4.7 ± 0.32	Вазелиновое масло
2	157.2 ± 1.38	4.38 ± 1.1	91.7 ± 1.2	3.2 ± 0.1	Силикон VBF

Видно, что после нанесения лубриканта краевой угол определяется исключительно взаимодействием лубриканта и капли, а вот угол начала скольжения имеет меньший разброс величины и принимает значение, меньшее почти на порядок. Лубрикат делает скользкими места нарушения однородности покрытия, облегчая скольжения капли по дефектам покрытия. Это особенно важно при использовании

покрытия в качестве антиобледенительного [3]. Любая точка покрытия, с которого вода скатывается чуть хуже, быстро обрастает льдом и служит точкой дальнейшего распространения обледенения [4].

Показано, что сверхгидрофобное покрытие на основе молотого ксерогеля из УНТ может быть использовано и для воспроизведения слип-эффекта. При этом улучшается однородность свойств покрытия, а в качестве лубриканта могут применяться антиобледенительные или биоцидные жидкости. Введение лубриканта в поры покрытия не требует заметных усилий. Покрытие сохраняет свои высокогидрофобные свойства и после исчерпания лубриканта.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Wong TS, Kang SK. Bioinspired self-repairing slippery surfaces with pressure-tunable omniphobicity/ *Nature*. 2011; 477 v. – 443 – 447 p.
2. Рехвишвили С.Ш., Кишტიкова Е.В. О свойствах неполярной жидкости внутри углеродной нанотрубки // *Физикохимия поверхности и защита материалов*. – 2009. – №6. – С. 263.
3. Шорина Н.С., Смогунов В.В. Проблема обледенения и краткий обзор современных методов борьбы с ним // *«Труды Международного симпозиума Надежность и качество»*. – 2010. – № 2. – С. 113 – 114.
4. Фролов М.С. О средствах борьбы с обледенением на судах // *Судостроение*. – 2008. – №5. – С. 16 – 18.

## ПРОЦЕССЫ РАЗРУШЕНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА ЗМ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРОКОРРОЗИИ

Кузив И.В. – магистрант i-kuziv@yandex.ru,

Керимов Р.С. – магистрант r.s.kerimov@mail.ru

Научный руководитель:

Капустин С.Н., к.ф. - м.н., старший преподаватель  
Северный (Арктический) федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова

В эксперименте исследовалось воздействие электрокоррозии на поверхность образца титанового сплава ЗМ (состав приведен в таблице 1), который применяют для изготовления сварных ответственных конструкции, работающих в морской воде и агрессивных средах.

**Таблица 1**

Состав титанового сплава ЗМ [1]

Fe	C	Si	N	Ti	Al	Zr	O
< 0,25	< 0,1	< 0,12	< 0,04	93,89– 96,2	3,5-5,0	< 0,3	< 0,15

Для создания электрокоррозионного воздействия образец титанового сплава ЗМ погружался в соленую воду с содержанием поваренной соли 3 промилле и подвергался воздействию электрического тока силой тока 0,2 А. С интервалом в один час, поверхность образца титанового сплава марки ЗМ исследовалась методом сканирующей электронной микроскопии.

При обычных температурах химическая активность титана мала и он практически не вступает в реакции. Это связано с тем, что в любой среде содержащей кислород на поверхности титана образуется инертная, тончайшая пленка диоксида титана, предохраняющая его от окисления. Одним из распространенных видов коррозии титана является щелевая коррозия в восстановительных средах. По сравнению с другими пассивирующими металлами титан отличается отрицательным потенциалом пассивации и высоким водородным перенапряжением [2]. В силу этого он сохраняет пассивность в слабых минеральных и органических кислотах, а стойкость к точечной коррозии в горячих кислотах и растворах солей [3, 4].

На рисунке 1 изображена исходная поверхность образца титанового сплава ЗМ. Виден след от вдавливания и слой плотного пассивированного наклепа, а та же более глубокие обнаженные царапиной слои.

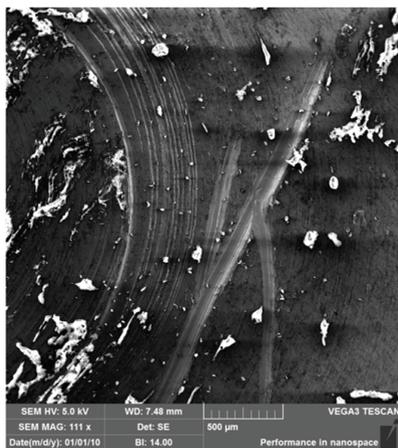


Рисунок 1 – исходная поверхность образца титанового сплава

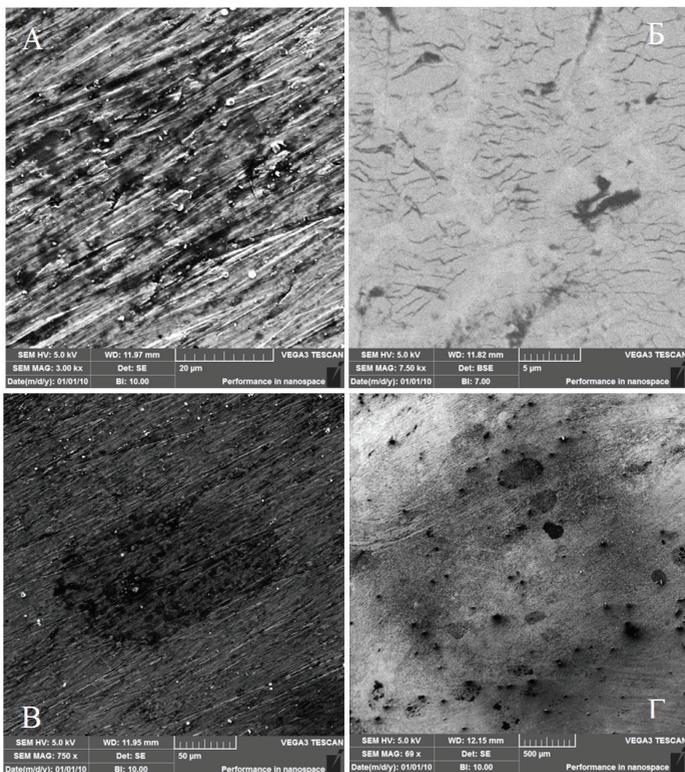


Рисунок 2 – поверхность образца титанового сплава 3М после 1 часа воздействия электрокоррозией

Рисунок 2 демонстрирует поверхность образца титанового сплава 3М после 1 часа воздействия электрокоррозией. На рисунке 2а и 2б заметно возрастание шероховатости поверхности, увеличение числа микротрещин. Данные образования встречаются также поверхности до воздействия электрокоррозии, однако после 1 часа воздействия становятся более выраженными. Видно, что электрокоррозия слоя пассивированного наклепа происходит путем развития микротрещин. Также на рисунке 2в и 2г видны пробои в пассивированном слое наклепа, под ними происходит процесс разрушения самого зерна, в то время как пассивированный слой еще не начал активно разрушаться.

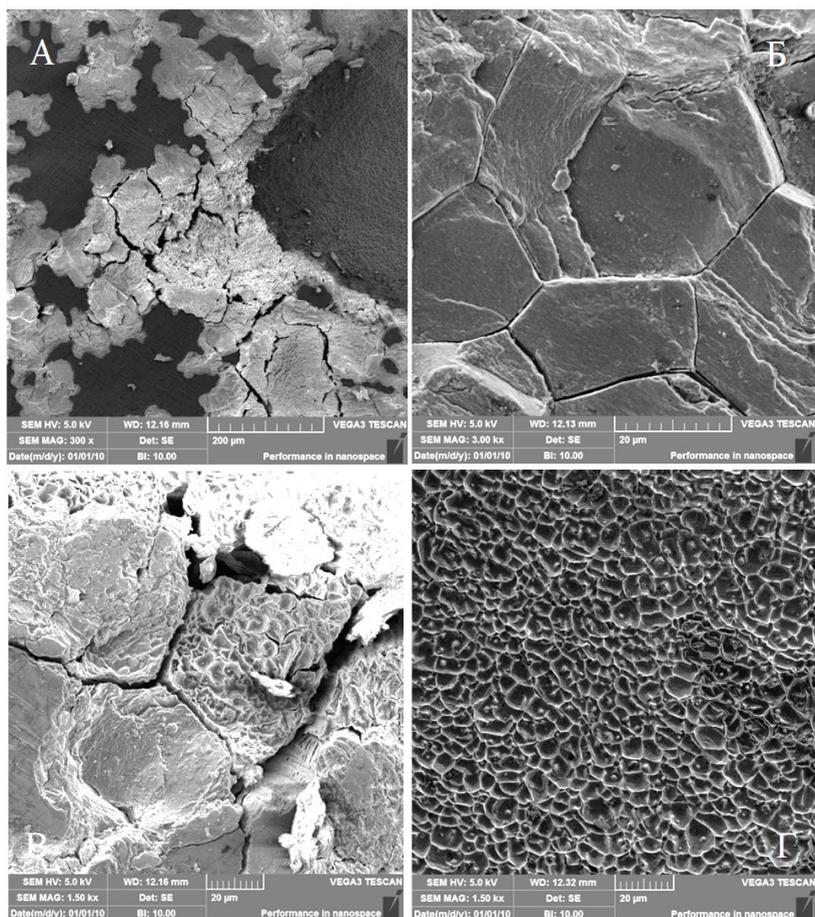


Рисунок 3 - поверхность образца титанового сплава 3М после 2 часового воздействия электрокоррозией

На рисунке 3 представлена поверхность образца титанового сплава 3М после 2 часового воздействия электрокоррозией. На рисунке 3а слева виден слой пассивированного наклепа, справа видна нижняя межзеренная граница разрушенного зерна, а между ними разрушающийся межфазный слой. На рисунке 3б видны сами зерна с проеденным между ними границами. На рисунке 3в видны разрушающиеся зерна с глубокими разъеденными границам зерен, сами зерна начинают разваливаться. На рисунке 3г представлен внешний вид межзеренных границ, электрокоррозия таких межзеренных границ имеет точечный характер.

Представленный материал показывает стадии влияния электрокоррозии на образец титанового сплава 3М. Вначале происходит разрушения слоя наклепа, которые обладает большей коррозионной стойкостью, чем сам сплав.

Разрушение слоя происходит через рост микрошероховатостей и развитие микротрещин. Через одиночные пробои слоя происходит разрушение залегающих ниже зерен. При двухчасовом воздействии пассивирующий слой местами разрушается, обнажаются зерна, активно разъедаются межзеренные границы. Возможно, межкристаллитная коррозия сильно ускоряется склонностью титана к щелевой коррозии, тогда как обнаженные участки межзеренных границ разрушаются медленнее и склоны к точечной коррозии.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

1. ГОСТ 19807-91. Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки [Текст]. – Введ. 1992-07-01
2. Тимофеева Г.Ю. Основы электрохимической коррозии металлов и сплавов: учеб. пособие / Г. Ю. Тимофеева: МАДИ – Москва, 2016. – 149
3. Замалетдинов И.И. Коррозия и защита металлов. Коррозия порошковых материалов: учеб. пособие / И.И. Замалетдинов. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 188 с.
4. Томашов Н.Д. Титан и коррозионностойкие сплавы на его основе: учеб. Пособие / Н.Д. Томашов. – Москва: Металлургия, 1985. – 80 с.

## **МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО УРОКА ПО ТЕМЕ "ИНТЕРФЕРЕНЦИЯ СВЕТА" в 9 КЛАССЕ**

**Пахомова К.В.** – студент [pakhomova.xeniya@yandex.ru](mailto:pakhomova.xeniya@yandex.ru)  
Научный руководитель: Ешевский О.Ю., к.ф.-м.н., доцент  
Северный (Арктический) федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова

Во все времена учёные интересовались природой света, задавались вопросом, почему одни предметы цветные, другие – белые или чёрные. В своей книге «Свет и цвет в природе» голландский астроном, профессор Марсел Миннерт, писал однажды: «Солнце светит над всем миром, свет доставляет радость всем. Пусть свет будет символом мира...»[1]. Свет – это удивительное явление, природу которого мы можем объяснить, зная физику и её законы. Например, законами волновой оптики (раздел физики, изучающий волновые свойства света и его физическую природу) объясняется радужная окраска мыльных пузырей (пример интерференции света), на которые хочется обратить особое внимание. Впервые с изучением законов волновой оптики человек сталкивается ещё в 9 классе основной школы при рассмотрении темы «Световые волны», в которой такое понятие как интерференция света играет немаловажную роль. Интерференция света – сложение волн, в результате которого наблюдается усиление или ослабление света в различных точках пространства [2]. Задача каждого учителя физики ввести это понятие, доступно объяснить новый для школьников материал, а также привлечь их внимание к изучению данного вопроса. Выбранную для исследования тему считаем актуальной, так как применение данной информации поможет решить проблему мотивации обучения школьников при введении учителем понятия «Интерференция» на уроках физики основной школы.

Цель нашей работы: разработать методическое обеспечение экспериментального урока по физике на тему «Интерференция».

Задачи:

1. Провести анкетирование школьников с целью выявления их познавательного интереса к актуальной для нас теме;
2. Изготовить дидактические материалы для наблюдения интерференции самостоятельно, проверить их экспериментальным путём;
3. Разработать методическое обеспечение урока и провести его с учениками основной школы, ввести понятие «Интерференция».

Исходя из поставленной цели и задач, во время прохождения педагогической практики на базе МБОУ СОШ № 22 в ноябре 2018

года нами было проведено анкетирование в 10 классах с целью выявления уровня знаний учащихся по вопросу интерференции.

В опросе приняло участие 48 человек. В ходе анкетирования старшеклассникам было предложено ответить на ряд вопросов. Первый вопрос затрагивал познавательный интерес школьников к такой теме, как интерференция. Полученные результаты были следующими: 75% (36 человек) ответили отрицательно (им не нравилось изучать данную тему в курсе физики 9 класса), оставшиеся 25% (12 человек) дали положительный ответ и написали в анкете о том, что представленная тема была для них познавательной и интересной. Возможно, что ученики сталкивались с определёнными трудностями при рассмотрении данной темы на уроках физики. Это мы и хотели выяснить следующим вопросом анкеты. Испытывали трудности при изучении интерференции 87,5% (42 человека), остальные анкетированные хорошо усвоили материал, а это 12,5% (6 человек). Делаем вывод, что для десятиклассников интересующая тема из раздела физики – «Оптика» была трудна для восприятия. По нашему предположению, лучшему усвоению данного материала может помочь проведение экспериментального урока по теме «Интерференция». Следующий вопрос задавался с целью выявления интереса учащихся к подобным урокам. Положительно отнеслись к проведению экспериментального урока 79% анкетированных (38 человек), отрицательно 21% (10 человек). Выходит, вопрос экспериментальных уроков актуален для школьников, что является подтверждением нашего предположения.

Анализируя полученные результаты анкетирования, мы можем сделать вывод о том, что уровень познавательного интереса школьников к выбранной теме невелик. Для популяризации физики, как науки, а именно её раздела – «Оптика» необходимо в современной и доступной форме вводить такое понятие как «Интерференция» в курсе физики основной школы. Решением данного вопроса, на наш взгляд, является разработка методического обеспечения экспериментального урока по физике с применением наглядных средств обучения. Под экспериментальным уроком (уроком – исследованием) понимается деятельность учеников и учителя, связанная с решением учащимися (при поддержке учителя) творческой, исследовательской задачи. Главная цель урока-исследования – получение учениками новых знаний [3]. Для разработки методического обеспечения экспериментального урока на тему «Интерференция», нами были проведены опыты и изучены физические процессы, на которых эти опыты основаны. В ходе исследования использовались лазер, непрозрачный экран, картон, светофильтры, люминесцентная лампа, вода, раствор WD-40,

прозрачный лак для ногтей, средство для мытья посуды, сахар, а также жидкий канцелярский клей, глицерин и проволочная рамка. В условиях учебной лаборатории мы решили повторить опыт Юнга, который хорошо демонстрирует явление интерференции на основе волновой теории света. Опыт имеет следующее описание: свет от яркого источника, в качестве которого служил лазер, падал на экран (изготовленный нами из картона) с двумя близко расположенными отверстиями. Проходя через каждое из отверстий, свет по причине дифракции образовывал пучок, поэтому на непрозрачном экране световые пучки, прошедшие через два близко расположенных отверстия, перекрывались. В области перекрытия световых пучков мы наблюдали устойчивую интерференционную картину в виде чередующихся тёмных и светлых полос. Стоит отметить, что световые волны от лазера (источника света) были когерентными, то есть имели одинаковую частоту с постоянной разностью фаз [2]. Именно для таких волн наблюдается явление интерференции. Благодаря опыту Юнга, школьники смогут экспериментальным путём определить положение и ширину чередующихся тёмных и светлых полос. Таким образом, ученики познакомятся с понятием максимума и минимума интерференции, а также на практике убедятся, что свет – это волна.

Особое внимание хочется обратить на следующий опыт, рассмотренный нами в процессе выполнения исследовательской работы – интерференция в тонких плёнках (слой материала толщиной в диапазоне от  $10^{-7}$  м до  $10^{-6}$  м). При падении на поверхность такой плёнки свет частично проходит насквозь, частично отражается от обеих поверхностей [2]. Хорошим примером интерференции в тонких плёнках является радужная окраска мыльных пузырей. Мыльный пузырь – это тонкая многослойная плёнка мыльной воды, наполненная воздухом. Обычно представляется в виде сферы с переливающейся поверхностью. Для наблюдения мыльной плёнки и мыльных пузырей мы изготовили специальный раствор, состоящий из следующих компонентов: воды, моющего средства, глицерина, обойного клея, сахара. Физический процесс, происходящий в данном опыте, основан на прохождении света сквозь тонкую плёнку пузыря, его отражении от внешней поверхности, а также проникновении света внутрь мыльной плёнки и его отражении от внутренней поверхности пузыря. Интерференцию на мыльной тонкой плёнке мы наблюдали с помощью ёмкости с мыльным раствором, а также проволочной рамки. Проволочную рамку располагали вертикально (при вертикальном расположении плёнка приобретает клинообразную форму). Интерференция проявлялась в виде чередующихся полос, раскрашенных в определённой последо-

вательности в основные цвета спектра. Такое окрашивание мы можем объяснить зависимостью положения световых волн от длины волны падающего света. В целом, результат интерференции и вид интерференционной картины определяется толщиной мыльной плёнки. Из-за действия силы тяжести мыльная плёнка стекает и принимает клинообразную форму утолщением вниз. В своей исследовательской работе нам было интересно определить численное значение толщины мыльной плёнки в том месте, где наблюдается первая из наблюдаемых интерференционных полос (при минимально возможной толщине для наблюдения интерференции), и в самом низу плёнки. Для этого мы воспользовались следующей формулой (условие максимального усиления интерферирующих лучей при отражённом свете):

$$2dn - \frac{\lambda}{2} = k\lambda, (1)$$

где  $d$  – толщина плёнки;  $n$  – показатель преломления среды ( $n$  мыльной воды = 1,33);  $\lambda$  – длина волны;  $k = 0, 1, 2, 3, \dots$

При вертикальном расположении плёнки возникала интерференционная картина, состоящая из 6 зелёных полос (подсчёт начинается с 0-й полосы). С учётом полученного значения, преобразуем формулу (1) к следующему виду:

$$2d_0n = 0 \cdot \lambda + \frac{\lambda}{2}; \quad 2d_5n = 5\lambda + \frac{\lambda}{2}$$

Выполняя несложные математические преобразования, получим:

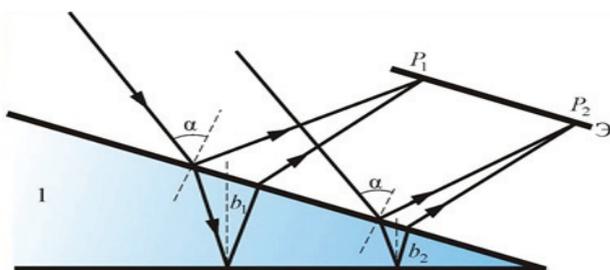
$$2d_0n = \frac{\lambda}{2}; \quad 2d_5n = \frac{11\lambda}{2}$$

Выразим толщину мыльной плёнки и подставим численные значения (длина волны  $\lambda$ , соответствующая зелёному цвету, равна 550 нм; показатель преломления среды (мыльной воды)  $n$  равен 1,33):

$$d_0 = \frac{\lambda}{4n}; \quad d_5 = \frac{11\lambda}{4n}$$

Получились значения:  $d_0=103$  нм;  $d_5=1140$  нм. Таким образом, нам удалось выяснить численное значение толщины мыльной плёнки в разных местах, причём видно, что они существенно отличаются и плёнка действительно принимает клинообразную форму под действием гравитации.

Длина тонкой плёнки в опыте составляла 2,5 см. Зная эти данные, можно нарисовать мыльную плёнку «в разрезе», причём этот вид неожиданен, так как обычно мы представляем тонкую мыльную плёнку одинаковой по толщине.



*Рисунок 1. Ход лучей при интерференции в тонкой клиновидной плёнке*

Интерференцию на тонкой мыльной плёнке интересно наблюдать с использованием светофильтров. Они позволяют чётко увидеть максимум и минимум интерференции, а также выделить полосы определённого цвета (в зависимости от цвета используемого светофильтра). Однако интерференцию можно наблюдать не только с использованием мыльного раствора, проволочной рамки и светофильтров. Например, для того чтобы увидеть тонкую плёнку на поверхности воды, мы использовали раствор WD-40 и прозрачный лак для ногтей. При попадании прозрачного лака (аналогично с раствором WD-40) в ёмкость с водой, на её поверхности образуется тонкая плёнка, на которой хорошо наблюдается явление интерференции.

Представленные выше опыты, на наш взгляд, должны быть использованы в проведении экспериментального урока по введению понятия «Интерференция», так как они позволяют познакомить учащихся 9 классов с такими важными для темы понятиями, как когерентные волны, разность хода, длина волны, максимум и минимум интерференции, а также тонкая плёнка и её толщина. Например, благодаря опыту с явлением интерференции в тонких плёнках учащиеся смогут самостоятельно изготовить раствор для наблюдения мыльных пузырей и на практике (под контролем учителя) объяснить природу радужной окраски мыльного пузыря, а также определить толщину тонкой мыльной плёнки, что будет способствовать повышению познавательного интереса школьников к изучаемой теме.

Таким образом, нам удалось подобрать ряд опытов по наблюдению явления интерференции, более подробно изучить физические процессы, на которых эти опыты основаны, определить, от каких физических характеристик зависит результат интерференции и вид интерференционной картины, а также самостоятельно изготовить дидактические материалы для наблюдения данного явления и проверить их экспериментальным путём. Опыты, проводимые нами в условиях

учебной лаборатории, вошли в разработку методического обеспечения экспериментального урока и могут быть использованы учителем при введении понятия «Интерференция» в курсе физики основной школы. По нашему предположению, проведение экспериментального урока повысит познавательный интерес школьников к изучению актуальной для нас темы. Экспериментальный урок, методическое обеспечение которого было разработано нами в процессе написания исследовательской работы, будет проведён во время прохождения педагогической практики в 2019 году.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Миннарт. М. Свет и цвет в природе / Под ред. Г.А Лейкина. – М.: Физико-математическая литература, 1958. – 424 С.

2. Копосов Г.Д., Тягунин А.В. Лекционный курс по оптике в презентациях: учебное пособие. – А.: КИРА, 2016. – 173 С.

3. Урок-исследование как составная часть формирования исследовательского типа мышления учащихся [Электронный ресурс]. URL: [http://chastysc.ucoz.ru/publ/urok\\_issledovanie/4-1-0-278](http://chastysc.ucoz.ru/publ/urok_issledovanie/4-1-0-278) (дата обращения: 25.03.2019).

## **GNSS ПОЗИЦИОНИРОВАНИЕ: ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ, СТОИМОСТЬ И ТОЧНОСТЬ**

**Савин А.Ю., [momentousmoss@gmail.com](mailto:momentousmoss@gmail.com)**

Глобальные навигационные спутниковые системы (Global Navigation Satellite System) являются программно-аппаратным комплексом, представленным из нескольких сегментов: пользовательского, наземного и космического. Основной задачей которого определяется предоставление возможности вычисления местоположения на поверхности Земли за счёт создания информационно-координатного поля.

Самый распространённый сегмент данной системы - пользовательский, определяемый устройствами потребителей данных системы, предоставляющих функции декодирования сигналов, их приёма и вычисления координат на основе декодированной информации. В данный сегмент включены вычислительные микропроцессоры, приёмная аппаратура и различные типы антенн.

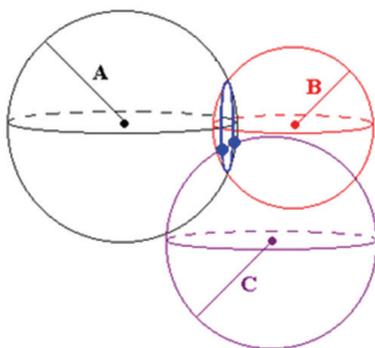
Наземный сегмент необходим для установки и управления систем и состоит из космодромов, на которых подготавливаются и выводятся на орбиты спутники и их ракеты-носители. Несколько командно-измерительных комплексов обеспечивают вывод спутников на правильные орбиты и их дальнейшую корректировку при сбоях. Для связи всех систем навигации существует центр управления, определяющий достижение целей наземного сегмента и управление его частями.

Спутники навигации, выведенные на орбиту представляют собой космический сегмент GNSS. Одновременно передаваемая информация о текущем местоположении каждого аппарата позволяет вычислять его местоположение на орбите. На основе данной информации пользователи системы с помощью приёмного оборудования могут вычислить примерное местоположение искомой точки с помощью данных четырёх и более аппаратов.

Для работы GNSS необходимо использование не только простых высокоточных данных: координаты и время, но и данные о гравитационном поле Земли, данных её вращения, её атмосфере, фундаментальные эфемериды планет и Луны (таблица положений космических объектов, вычисленная для некоторых последовательных интервалов во времени).

За основу работы GNSS берётся вычисление расстояния от приёмного оборудования до спутников навигации: используя как константу скорость с которой распространяются радиоволны производят

расчёт разности между временем отправки и получения сигнала. Обеспечение таких вычислений происходит за счёт синхронизации приёмного оборудования и спутников навигации благодаря использованию "Альманаха" - массива данных, передаваемых каждым спутником, в котором хранятся грубые расчёты о местоположении всех спутников данной навигационной системы. Минимальным количеством спутников необходимых для определения координат пользователя считается четыре аппарата, каждый из которых выполняет определённые функции: определение широты и долготы на поверхности Земли, вычисление высоты над уровнем моря, синхронизация аппаратов между собой по времени и корректировка переданных ими данных. На рисунке 1 представлен вариант вычислений на основе использования трёх аппаратов.



*Рисунок 1. Вычисление координат пользователя по трём спутникам*

Использование только одного спутника навигации не даст определить координаты приёмника - его местоположение будет в любой точке сферы, находящейся вокруг спутника. Однако, добавление второго передатчика позволит вычислить примерную окружность, в которой может находиться искомое оборудование (синий овал на рисунке 1). Уменьшение неопределённости до двух точек (выделены синим на рисунке 1) достигается путём добавления третьего спутника. Путём вычислений можно будет определить, что одна из точек находится глубоко под землёй, либо на очень большой высоте, соответственно, такая точка отбросится из определений искомых координат. Но при этом, существуют погрешности в виде помех, различных природных условий, отражения спутниковых сигналов, от которых сильно зависят полученные результаты вычислений. Поэтому добавление четвёртого и более спутников позволяет увеличить точность определения координат до 5 метров на плоскости Земли и 10 в высоту.

На настоящий момент в мире представлено несколько систем спутниковой навигации, в числе лидеров представлены GPS, Galileo и отечественная ГЛОНАСС, каждая из которых вывела на околоземную орбиту более 20 спутников. Развивающимися системами считаются NavIC, BeiDou, Compass, общее число спутников которых насчитывает около 60 единиц. Одной из первых систем в мире была представлена ГЛОНАСС, чья надёжность на порядок выше конкурентов из-за многолетнего стажа разработок. Но не смотря на это, время срока службы спутников на орбитах составляет до 5 лет. Что говорит о необходимости ежегодного запуска новых спутников по всему миру для всех существующих систем, для замены вышедших из строя космических аппаратах. Это сильно сказывается на стоимости поддержания систем. Оценка создания, запуска и поддержания системы навигации Galileo приведена в таблице 1.

**Таблица 1**

Затраты на создание системы навигации Galileo

Задачи проекта	Затраты
Планирование	100 млн. евро
Запуск 2 опытных спутников, создание наземного сегмента	1,5 млрд. евро
Создание стартовой площадки	250-350 млн. долларов США
Спутниковый аппарат	40 млн. евро
Запуск ракеты-носителя (2 спутника)	35-40 млн. долларов США
Общий бюджет проекта (до 2020г.)	7 млрд. евро

Но даже такие большие затраты не позволяют достичь максимальной защищённости каналов передачи. Любая программно-аппаратная система имеет уязвимости, так у GNSS две основных. Первая определяется силой сигнала и удалённостью пользователей от спутников, что сказывается на ослаблении с расстоянием передаваемой амплитуды радиосигнала. В следствии этого появляется возможность влияния извне, передавая на такой же частоте собственные сигналы. Для таких целей используются передатчики, находящиеся поблизости с приёмным оборудованием, на который целенаправленно оказывают влияние. Мощность таких передатчиков гораздо ниже спутников навигации, из-за уже затухающей амплитуды первичных сигналов. Вторая уязвимость определяет возможность создания сигналов с ложной информацией. Открытость GNSS систем позволяет

создавать дубликаты необходимых частот и кодировки передаваемых сигналов. Такие передачи нарушают правильное определение местоположений объектов и могут вызвать различные сбои в работе наземных систем. Для отслеживания таких преступлений создана специальная система Conflict Tracking System, позволяющая собирать и анализировать сбои в работе GNSS.

Использование системы позиционирования GNSS получило всемирное распространение и признание. Но даже такие многомиллиардные системы с большими трудозатратами не гарантируют определения точных координат и их достоверность. Для увеличения надёжности вычисления местоположений всё ещё продолжают поиски новых систем позиционирования.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Как обманывают GPS трекеры и как с этим бороться? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trackerplus.ru/gps/gps-treker> (дата обращения: 20.02.2018).

2. Что такое GNSS? | МНПО Спектр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mnpo-spektr.ru/articles/gnss.php> (дата обращения: 20.02.2018).

3. Современные ГНСС | Прикладной потребительский центр ГЛОНАСС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.glonass-iac.ru/guide/mainsystems.php> (дата обращения: 20.02.2018).

4. Спутники "Galileo" – Журнал "Все о Космосе" [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://aboutspacejournal.net/спутники-galileo/> (дата обращения : 20.02.2018).

5. Принципы спутниковой навигации | Прикладной потребительский центр ГЛОНАСС [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.glonass-iac.ru/guide/navfaq.php> (дата обращения : 20.02.2018)

## СТОХАСТИЧЕСКИЙ РЕЗОНАНС В СИСТЕМАХ

**Цыпина М.Г.** [cupinam@rambler.ru](mailto:cupinam@rambler.ru), **Зарембо Д.В.**

Научный руководитель: Зарембо В.И., д.х.н., профессор,  
зав. кафедрой аналитической химии СПбГТИ(ТУ)  
Санкт-Петербургский технологический институт  
(технический университет)

Протекающие в природе и технологиях процессы нельзя рассматривать как чисто случайные (стохастические) или детерминированные (динамические). Любая технология является результатом совместного действия детерминированных и случайных сил. Воздействия случайных сил порождает флуктуации – случайные отклонения управляющих параметров, что приводит к качественным изменениям в наблюдаемом режиме. Проявляются коллективные колебания, синхронизация, бифуркации – атрибуты самоорганизации, теорией которой занимается синергетика. Стохастический резонанс (СР) является одним из ярких и сложнейших примеров самоорганизации в неравновесных реакционно-диффузионных конденсированных средах, при котором степень порядка в системе увеличивается под действием внешнего шума. Этот эффект в нелинейных системах, в которых уже присутствуют организованные объекты, индуцирует новые более упорядоченные режимы, приводит к образованию более регулярных временных и пространственных структур, увеличивает степень когерентности, вызывает усиление слабых сигналов или индуцирует направленные движения в системах в условиях чрезвычайно слабых внешних воздействий [1,2]. Режим СР позволяет оптимизировать скорости потоков тех или иных реагентов, степень их превращения, корреляцию входного и выходного сигналов выбором оптимальных характеристик шума (интенсивность, форма, частота или спектральный диапазон) управляющего процессом переключений бистабильной системы. Термин СР был введен относительно недавно - в восьмидесятых годах прошлого века при моделировании периодичности в наступлении ледниковых и нормальных климатических периодов на Земле. В качестве малой силы для осуществления этих переключений рассматривались флуктуации атмосферы. Явления такого рода известны со времен работ Гюйгенса [3] и является одним из примеров синхронизации – общей закономерности поведения объектов как живой, так и неживой природы, которая характерна для динамических объектов всех областей знаний. Проблеме «часть–целое», «объект-сообщество объектов» посвящены исследования и размыш-

ления ряда выдающихся ученых, в частности В.И. Вернадского, В. Гейзенберга, Я.Б. Зельдовича [4,5] задолго до работ Г. Хакена [6], которого считают основателем синергетики.

Проблемы влияния шума на процессы синхронизации в нелинейных динамических системах рассматриваются широким кругом специалистов в механике, электро- и радиотехнике, биологии [7-10]. В настоящее время в связи с всепроникающим развитием компьютерных технологий исследования ведутся, основном, в рамках статистической радиофизики и компьютерного моделирования на минимальных динамических, простейших моделях или на математических нелинейных уравнениях, используя которые авторы накопили определенный опыт. Но решение модельной задачи о влиянии на хаотические автогенераторы цветного шума находится в начальной стадии [11].

Химические превращения и фазовые переходы в конденсированных средах, являясь нелинейными динамическими системами, шумят, что, несомненно, ухудшает функционирование любой системы. Сами источники шума в нелинейных динамических системах индуцируют принципиально новые режимы функционирования, не реализуемые в отсутствия шума, вплоть до незатухающих колебаний [12]. Это явление получило название индуцированные шумом переходы [13]. Новые режимы осцилляторного типа способны за счет флуктуации вызывать последовательности стохастических возбуждений, усиливающие когерентность колебаний без внешних слабых периодических сигналов. Это явление, очень похожее на СР, носит название когерентный резонанс [14,15], но оно определяется только оптимальным уровнем внутреннего шума.

Более двадцати лет наша лаборатория экспериментально исследует в металлургических, гидрометаллургических, биохимических и химических технологиях одну из разновидностей СР – индуцированные внешним ограниченного спектра (цветным) шумом переходы-превращения [16], т.е. рассматривает качество направленного переноса с помощью отношения между проводящим и конвективным переносами. Метод уже испытан нами на большой группе неравновесных процессов различной природы: плавление, литье и сварка металлов и сплавов, кристаллизация солей из водных растворов, твердение минеральных вяжущих, сушка огнеупорного бетона, спекание керамики, разряд и генерация химических источников тока, катодная и анодная гальваностегия, электрокристаллизация металла из расплавов, пластическая деформация металлов, органический синтез и анализ, гидролиз растительных полимеров, полимеризация пластмасс, терморе-

кинг нефтепродуктов, экстракция редких земель, биохимические процессы с участием одноклеточных бактерий и дрожжей. Установлено однозначное влияние внешнего ультразвукового определенной частоты шума на эти процессы и возможность целевой регуляции этих процессов.

В докладе приводятся конкретные примеры с количественными показателями влияния СР на кинетику процесса растворения трудно-растворимых отложений на греющих поверхностях выпарных аппаратов, водогрейных и энергетических котлов растворами соляной, серной и азотной кислот, приготовления лигатур силумина (растворение кремния а расплаве алюминия), сварки металлов и сплавов (зонная плавка), кристаллизации гиббсита из алюминатных растворов на затравке, электротравление и окисление алюминиевой фольги, анодирование алюминиевых сплавов, электрокристаллизации никеля, меди, цинка из сернокислых и цинкатных растворов, серебра из цианидных растворов, хрома из растворов хромовой кислоты и бора из расплава его фторидных солей и др.

Процессы растворения, травления, плавления, кристаллизации и электрокристаллизации это фазовые переходы первого рода в конденсированной среде, при которых постоянно флуктуируют управляющие параметры (температура, объем, давление, состав), меняется число и вид межмолекулярных связей. Налицо необходимые условия для образования стохастических вихревых диссипативных структур автогенераторного типа и возможность их синхронизации и регуляции внешними слабыми ультразвуковыми периодическими сигналами. Согласование ритмов связанных систем при их взаимодействии — это суть стохастического резонанса. При этом изменяются соотношения некоторых колебательных и вращательных мод, сокращаются пути фазовых траекторий в фазовом пространстве, а это уменьшение числа степеней свободы в динамике системы и в конечном счете увеличение скорости процесса. В случае фазовых переходов мы имеем дело с возбудимой зашумленной нелинейной системой с относительно неупорядоченным поведением, в которой присутствуют динамические диссипативные структуры колебательно-вращательного типа — либрона или несбалансированные роторы, торы, диапазон мод колебания-вращения которых составляет 50 – 3000 кГц. Источник внешнего шума — слабые импульсы давления в скин-слое антенне-вибраторе, приводящий к структурированию, не содержится во внутренней динамике системы. Упорядоченное поведение возникает как отклик на слабые (шумовые) периодические входные сигналы. В условиях СР эффект синхронизации структур трения приводит к ро-

сту степени упорядоченности (самоорганизации). В рамках теории «переходного состояния» энтропия активированного комплекса имеет ярко выраженный экстремум (минимум). При изучении интегральных скоростей процессов нами экспериментально установлено, что внутренние режимы осциляторного типа имеют низкочастотный ультразвуковой спектр определенной протяженности с гауссовским распределением и определяется интервалом частот влияния, применяемого нами СР.

В рамках механических представлений обнаруженный эффект влияния объясняется действием механизмов диффузий аннигиляций вихрей в тонких концентрических слоях знака переменной завихренности. В работе [7] экспериментально описан и расчетом воспроизведен эффект стабилизации диссипативных структур в рамках представлений о высокочастотном вращении.

### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Анищенко В.С., Мосс Ф., Нейман А.Б., Шиманский-Гайер Л. Стохастический резонанс как индуцированный шумом эффект увеличения степени порядка. У Ф Н. 1999, Т.169, №1, С. 7-38.
2. Климонтович Ю.Л. Что такое стохастическая фильтрация и стохастический резонанс?//УФН, 1999, Т.169, №7, С.773-795.
3. Блехман И.И. Синхронизация в природе и технике. Изд.2-е доп. – М.: ЛЕНАНД, 2015. - 440 С.
4. Гапонов - Грехов А.Б., Рабинович И.И. Нелинейная физика. Стохастичность и структуры // Физика XX века: Развитие и перспективы. - М.: Наука, 1984, С.219-280.
5. Зельдович Я.Б. Возможно ли образование вселенной из ничего? //Природа, 1988, №4, С.16 – 27.
6. Хакен Г. Синергетика: Принципы и основы. Перспективы и приложения. Ч.2: Перспективы и приложения: Иерархия неустойчивостей в самоорганизующихся системах и устройствах. Пер. с англ. И с предисл. Ю.Л. Климонтовича. Изд. 2-е. – м.: УРСС: ЛЕНАНД, 2015. – 432 с.
7. Гувернюк С.В., Дынникова Г.Я., Дынников Я.А., Малахова Т.В. О стабилизации следа за круговым цилиндром совершающим высокочастотные вращательные колебания. Доклады академии наук. 2010, Т.432, № 1, с. 45-49.
8. Галль Л.Н., Галь Н.Р. О гипотезе физического механизма «магнетизма живой материи», Биофизика, 2018, Т.63, № 6, с. 1238-2248.

9. Бинги В.Н. Первичный физический механизм биологических эффектов слабых магнитных полей. Биофизика, 2016, Т. 61, вып.1, с. 201-208.
10. Бучаченко А.Л. магнитно-зависимые молекулярные и химические процессы в биохимии, генетике и медицине. Успехи химии 83(1) 1-12 (2014).
11. Захарова А.С., Вадивасова Т.Е., Анищенко В.С. Взаимосвязь порога синхронизации с коэффициентом эффективной диффузии мгновенной фазы хаотических автоколебаний.// Нелинейная динамика.2008, Т.4(2).С. 169-180.
12. Ланда П.С., Заикин. Неравновесные шумоиндуцированные фазовые переходы в простых системах./ ЖЭТФ, 1997, Т.111, №1, С. 358-378.
13. Хорстхемке В., Лефлер Р. Индуцированные шумом переходы. Теория и применение в физике, химии и биологии. Пер. с англ. М.: Мир, 1987. - 400с.
14. Анищенко В.С., Астахов В.В., Вадивасова Т.Е., Нейман А.Б., Стрелкова Г.И., Шиманский-Гайер Л. Нелинейные эффекты в хаотических и стохастических системах. – Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. - 554 с.
15. Дыкман М.И., Макклинтон П.В.Е., Маннелла Р., Стоке Н. Стохастический резонанс при линейном и нелинейном отклике бистабильной системы на периодическое поле / Письма в ЖЭТФ. 1990, Т.52, №3, С.780-782.
16. Зарембо В.И., Колесников А.А.Фоновое резонансно-акустическое управление гетерофазными процессами // ТОХТ, 2006, Т.40. - №5. С.520-532.

**ВЛИЯНИЕ УЧАСТИЯ СТУДЕНТОВ  
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИХ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДГОТОВКИ  
В НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФИЗИКЕ  
НА УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА СОДЕРЖАНИЯ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

**Самылова Н.С.** – старший преподаватель,

**Фролова Л.Н.** – старший преподаватель,

**Юлкова В.М.** – к.ф.-м.н., доцент

Северный (Арктический) федеральный университет  
имени М.В. Ломоносова

В Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года говорится: «одним из главных условий развития системы высшего профессионального образования является вовлеченность студентов и преподавателей в фундаментальные и прикладные исследования. Это позволит не только сохранить известные в мире российские научные школы, но и вырастить новое поколение исследователей, ориентированных на потребности инновационной экономики знаний. Фундаментальные научные исследования должны стать важнейшим ресурсом и инструментом освоения студентами компетентностей поиска, анализа, освоения и обновления информации» [1]. Это ставит перед вузами задачу подготовки компетентного и конкурентоспособного выпускника. По данному вопросу существует множество теоретических и практических разработок, рассматривающих разные аспекты формирования исследовательской деятельности [2, 3].

Исследовательская деятельность является одной из ведущих компонент в системе профессиональной подготовки выпускников вузов. В основе исследовательской деятельности лежит самостоятельная работа студента.

Согласно действующим учебным планам САФУ[4] объем часов, выделяемых на самостоятельную работу студентов, составляет более 50 % от общей учебной нагрузки. Поэтому возрастает ее роль в подготовке компетентного выпускника. Самостоятельная работа включает и работу над теоретическим материалом, и решение задач. В таблице 1 представлены виды аудиторных занятий по учебным планам и возможное содержание самостоятельной работы, соответствующее каждому из видов.

**Таблица 1.**

Содержание самостоятельной работы в зависимости от видов аудиторных занятий

<b>Виды аудиторных занятий</b>	<b>Содержание самостоятельной работы</b>
Лекции	1. Конспектирование теоретического материала, предложенного для самостоятельного изучения. 2. Составление обобщающих таблиц по материалам лекций.
Практические занятия	1. Выполнение контрольных работ.
Лабораторные занятия	1. Подготовка к выполнению лабораторной работы. 2. Составление отчета о результатах проведения эксперимента.

Физика, как учебная дисциплина, позволяет сформировать у студентов компетенции, определяемые ФГОС 3+ [5], среди которых можно выделить следующие:

- способность проведения экспериментов по заданной методике, обработка с помощью математического моделирования и анализ полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата;

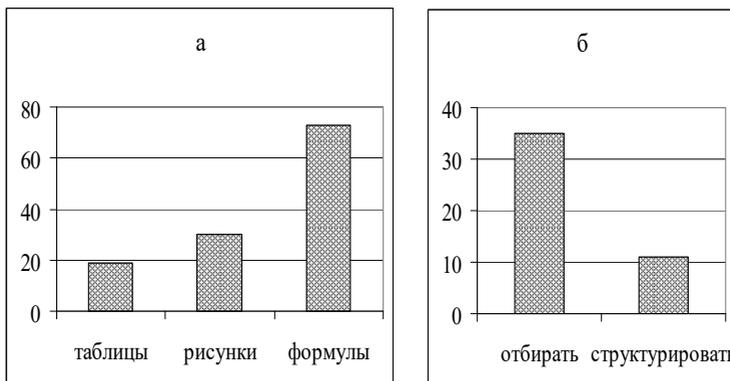


Рисунок 1 - Процентная доля студентов, владеющих основными формами представления информации (а) и способами работы с ней (б)

- способность проводить изучение и анализ необходимой информации, технических данных, показателей и результатов работы, их обобщение и систематизацию, проводить необходимые расчеты с использованием современных технических средств.

Исходя из этого, студенты должны уметь самостоятельно находить, отбирать, структурировать и представлять информацию в различных формах; формулировать цели и задачи теоретического и экспериментального исследования и проводить это исследование; владеть навыками работы с программными пакетами, например, MSOffice.

Одним из методов формирования вышеперечисленных умений является конспектирование. Студентам первого курса было предложено составить конспекты по теоретическому материалу, вынесенному на самостоятельное изучение, например, по темам «Гравитационное поле», «Упругие деформации твердых тел», «Основы молекулярно-кинетической теории» и др. Анализ результатов конспектирования (рис. 1) показал, что более 60% студентов не умеют отбирать необходимую информацию из найденной в различных источниках, только единицы структурируют ее и пытаются представить в различной форме. Наибольшие трудности вызывает представление информации в виде таблиц и рисунков. При этом она практически не обрабатывается, а просто копируется из Интернет-источников. Ссылки на источники, как правило, отсутствуют.

Кроме того, студентам предлагается выполнять контрольные работы, состоящие из базовых задач по курсу общей физики. Результаты проверки работ показывают, что у студентов первого семестра обучения физике отсутствуют навыки анализа ситуации, описанной в задаче, ее графического представления и математического описания. Решение задачи, чаще всего, сводится к поиску расчетной формулы в готовом виде.

При подготовке к выполнению лабораторных работ студенты могут самостоятельно сформулировать общие цели, но затрудняются их конкретизировать; отсутствуют навыки анализа математических моделей, предлагаемых в лабораторных работах ситуаций. Большинство студентов не могут самостоятельно проанализировать результаты работы и их интерпретировать.

Анализ результатов самостоятельной работы для различных видов аудиторных занятий показывает, что студенты на начальном этапе обучения физике имеют только первый уровень усвоения знаний по классификации В.П. Беспалько [6].

Так как количества часов, отводимых учебными планами [4] на аудиторную работу, недостаточно для достижения более высокого уровня усвоения знаний, то необходимо привлекать студентов к таким формам внеаудиторной деятельности, как олимпиады, конференции, турниры.

Участниками турнирных команд, как правило, становятся студенты, уже умеющие работать с информацией и представлять ее в различных формах. После неоднократного участия в турнирах они отмечают, что у них изменились критерии подхода к выбору источников информации (стали работать с научными статьями и классическими учебниками, в то время как раньше в большей степени пользовались материалами первой ссылки интернет-запроса). Также изменилось отношение к выполнению обычных учебных заданий по всем дисциплинам (более продуманно и взвешенно подходят к выполнению заданий, несмотря на то, что это занимает больше времени). Эти студенты выходят на третий уровень усвоения учебной информации по [6].

Такой качественный скачок связан со спецификой турнирных задач. Сами студенты выделяют ряд особенностей турнирных задач, отличающих их от стандартных:

- 1) отсутствие однозначного решения поставленной проблемы
- 2) широкий охват нескольких проблем в одной задаче;
- 3) необходимость подтверждения теоретических обоснований экспериментом.

Неоднозначность решения турнирных задач дает возможность каждому участнику команды предложить свое видение проблемы. Таким образом, формируется один из методов самостоятельной коллективной работы «мозговой штурм». Все участники турниров отмечают, что командное решение задачи начинается уже на этапе поиска и отбора информации, в то время как первоначально решение задач было сугубо индивидуальным.

Качество работы с информацией и критерии выбора задач для рассмотрения и методов их решения взаимосвязаны. Участникам турнирной команды было предложено оценить свое отношение к задачам турнира по десятибалльной шкале. На рис. 2 представлены оценки членов команды. Одна оценка характеризует отношение студентов, когда они впервые столкнулись с турнирными задачами, другая – после того, как они приняли участие хотя бы в одном турнире.



Рисунок 2 – Отношение участников команды к турнирным задачам

Из рисунка видно, что у всех участников отношение к проблемам изменилось на пять единиц в лучшую сторону.

Изменились и критерии выбора задач для решения. Если изначально критериями были:

- раздел физики, к которому, на первый взгляд, относится задача;
- уверенность в теоретических знаниях по данному разделу;
- близость рассматриваемой в задаче ситуации к типовой,

то после неоднократного участия в турнирах на первый план выходит возможность создания модели и проведения эксперимента, углубления своих знаний по тематике будущей специальности, а также личный интерес в познании чего-то нового.

Проведенное ранее исследование [7], показало, что студенты, принимавшие участие в турнирах, способны не только предложить решение поставленной проблемы, но и выявить ограниченность применимости своего решения и подобрать аргументы для его защиты.

В результате студенты становятся более самостоятельными: расширяется спектр форм и методов самостоятельной работы и качество ее содержания. Это приводит к возрастанию студенческой активности в научных мероприятиях, исследовательской работе и увеличивает ее результативность. Необходимость планирования, постановки и проведения эксперимента позволяет студентам овладеть навыками творческой работы, то есть выводит их на четвертый уровень по [6].

Таким образом, у участников турниров изменяется отношение не только к изучению физики, но и к учебному процессу в целом.

#### **ЛИТЕРАТУРА:**

1. Правительство России <http://government.ru/info/6217/> (дата обращения 21.05.2018)
2. Лукашенко С.Н. Модель развития исследовательской компетентности студента вуза в условиях многоуровневого обучения (на примере изучения математических дисциплин) / С.Н. Лукашенко. // Образование и наука. 2012. № 1 (90). – с. 73-85.
3. Зимняя И.А. Ключевые компетентности как результативно-целевая основа компетентного подхода в образовании / И.А. Зимняя // М.:ИЦПКПС, 2004. – 40 с.
4. Северный (Арктический) федеральный университет <https://narfu.ru/studies/speciality/> (дата обращения 21.05.2018)
5. Российское образование <http://www.edu.ru/abitur/act.82/index.php> (дата обращения 21.05.2018)
6. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии / В.П. Беспалько. - М.: Просвещение, 1989.- 192с.
7. Самылова Н.С., Юлкова В.М. Анализ формирования навыков решения экспериментальных проблем у студентов инженерно-технических направлений подготовки / Н.С. Самылова, В.М. Юлкова // Путь науки. 2016. Т. 2, № 5. С. 29-31.

Научное издание

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ:  
ФИЗИКА, ХИМИЯ, ТЕХНИКА И ИНЖЕНЕРИЯ**

**23 – 26 апреля 2019 г.**

**Научные статьи печатаются в авторской редакции**

Подписано в печать 20.01.2020. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офисная.  
Печ. л. 7,3. Тираж 50 экз. Заказ № 19139.

Издательство ООО «КИРА»  
163000, г. Архангельск, ул. Поморская, 34, тел. (8182) 65-47-11.

Типография ООО «КИРА»  
163000, г. Архангельск, ул. Поморская, 34, тел. (8182) 65-47-11.  
e-mail: oookira@yandex.ru