

# СОВЕТСКИЙ ФИЗИК

№2 (154) 2022

**В номере:**



Поздравление декана физического факультета МГУ  
профессора Н.Н. Сысоева с Днем 8 марта

**Стр. 2**



Онлайн-конференция ректора МГУ в МИА «РОССИЯ СЕГОДНЯ»

**Стр. 18-23**



Поздравляем коллег с высокими наградами!

**Стр. 23-24**



Краткая история и сегодняшний день кафедры молекулярных процессов  
и экстремальных состояний вещества

**Стр. 31-39**



Пространственная организация комплексов ДНК-DPS

**Стр. 40-45**



Победа на конкурсе - «студенческий Профсоюзный Лидер МГУ»

**Стр. 54-55**



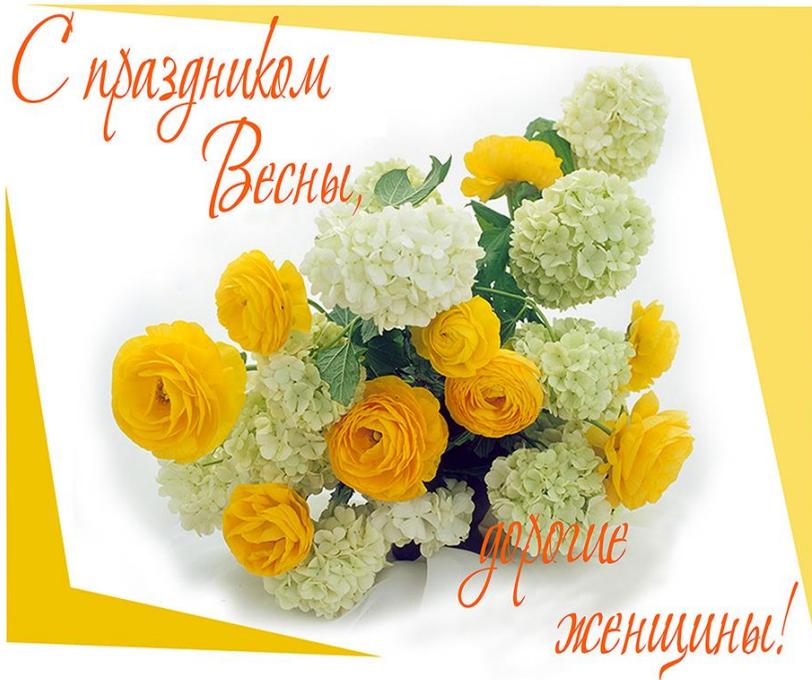
Защищая отечество

**Стр. 62-65**

# СОВЕТСКИЙ ФИЗИК

2(154)/2022

(февраль-март)



ОРГАН УЧЕНОГО СОВЕТА, ДЕКАНАТА  
И ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ  
2022



## ПОЗДРАВЛЕНИЕ ДЕКАНА ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА ПРОФЕССОРА Н. Н. СЫСОЕВА С 8 МАРТА



Дорогие, прекрасные, любимые! Коллеги, студентки, аспирантки физического факультета!

От всей души поздравляю вас с прекрасным весенним праздником — Международным женским днем 8 марта.

Сто лет прошло с тех пор, как обучение в университете стало доступно не только мужчинам, и теперь на физическом факультете много женщин — красивых, умных, разносторонних и талантливых. Они занимаются наукой, готовят высококвалифицированных специалистов и занимают административные посты.

Милые женщины, мы знаем и ценим ваши таланты, высокие деловые качества, профессиональные знания, умение добиваться поставленных целей. Спасибо вам за прекрасную работу, за то, что приносите

в наши трудовые будни красоту, теплоту души, положительные эмоции.

От лица всех мужчин факультета желаю вам профессиональных успехов, творческого вдохновения и личного счастья, здоровья, хорошего настроения, верных друзей, а семейным — послушных детей и ответственных партнеров.

С праздником!

*Декан физического факультета МГУ  
профессор Н. Н. СЫСОЕВ*



## С ПРАЗДНИКОМ, ДОРОГИЕ ЖЕНЩИНЫ!

Фоторепортаж



### *Бухгалтерия*

Что наша жизнь без денег?

А что она без красавиц, которые работают под руководством всемогущей царицы Натальи Григорьевны?





### *Расчетный отдел*

Кудесницы этого подразделения ведут строжайший учет ваших заработков и выдают свидетельства о том, что вы являетесь послушным налогоплательщиком





### *Научный отдел*

Каждый сюда входящий испытывает неподдельный трепет и глубочайшее уважение. Еще бы! Здесь решается его судьба. Быть или не быть! А если и быть, то, как долго. Это решают феи-труженицы отдела. Здесь вас избирают и переизбирают. Именно тут идет строжайший учет всех ваших научных и учебных успехов (и неудач!). В этом отделе решается, как ваши достижения и неудачи подсчитывать.



И всем заправляет очаровательная и добрейшая Надежда Богдановна.





### ***Отдел Охраны информации***

Без этой прекрасной и важной дамы не выйдет ни одна статья! На факультете она является хранительницей тайн и секретов нашего государства.



### ***Учебная часть***

Эти милые женщины выращивают самое ценное в любом государстве. О том, что это — молодежь говорят еще мифы древних греков и римлян. (Например, вспомним: Рим, 4 век до н. э. и самое ценное в Риме — Марк Курций.) Именно под их чутким контролем и заботливым уходом из абитуриентов вырастают специалисты и ученые. И не только для РФ, но для всего мира. Статистика говорит, что за последние 20 лет пределы страны покинуло 4,5 млн специалистов!



Информация для студентов  
1 курса 3 потока

Лекция Быкова А.А. по математическому  
изу в понедельник 13 февраля  
носится из ЦФА в СФА.

Учебная часть







*Отдел нового приема*

Фейсконтроль. Или по-русски: «По одежде встречают, по уму провозжают». Встретить по одежде можно. А вот встретить по уму? Это важнейшее мероприятие доверено красавицам и умницам отдела нового приема.





### *Отдел кадров*

Без приказа ты букашка. Это не проза жизни. Это ее поэзия! И превращают прозу жизни в поэзию эти очаровательные, во всех отношениях, женщины отдела кадров. Хотите быть всегда в хорошем настроении? Заходите чаще на поклон к великолепнейшей Лилии Константиновне!



### *Канцелярия*

Все больше документов поступает в электронном виде. Говорят, что скоро совсем не будет бумаг. Ну, это вряд ли! Вспомним хотя бы, д'Артаньяна, имевшего по распоряжению Людовика XIV для выполнения поручений все полномочия и потребовавшего от короля для ареста министра финансов Фуке, письменный приказ. Пока же документы и в бумажном, и в электронном виде выходят из этого маленького, но такого важного отдела, возглавляемого всегда готовой помочь очаровательнейшей Надеждой Васильевной!





### *Секретариат деканата*

Строгие и такие прекрасные стражи святых врат. И такие справедливые. Только они решают, когда вы сможете предстать перед очами наших начальников!



### Пресс-секретарь декана

Макиавелли утверждал, что короля делает свита, Король Франции Генрих IV говорил: "Мое государство – это мои друзья, стоящие у моего трона воины». Время королей прошло, сейчас организации, государства делают пресс-секретари. А когда в пресс-секретях такая волшебная красавица, то успех обеспечен.





### *Отдел аспирантуры*

Почти все преподаватели и научные сотрудники факультета прошли через отдел аспирантуры. И все прошедшие с благодарностью и любовью вспоминают сотрудниц отдела аспирантуры и великолепнейшую Лилию Аршаковну.

### *Иностранный отдел*

Многие из сотрудников факультета бывают в зарубежных командировках или принимают зарубежных гостей. И, положив руку на сердце, смогли бы вы это сделать без помощи тружениц иностранного отдела в главе с Наталией Николаевной?





*Планово-финансовый отдел*

Как правильно оформить договор, как его оформить, чтобы остались хоть какие-то деньги на то, что вам надо для работы? Добрые волшебницы отдела подскажут и помогут все это сделать. Тут же решается вопрос о величине вашей премии, и быть ли ей вообще! Робко входящие сюда не возражают, не спорят, а только с внимательнейшим и почтительнейшим видом внимают указаниям сотрудниц и даже самой Лидии Георгиевны.





### *Отдел оперативной печати*

Волшебницы! Они не только придат вашему опусу печатную форму, не только подскажут, как ему придать читабельный или товарный вид, но и всегда сделают это в срок и с великолепным качеством!





*Издательский отдел*

Вся печатная продукция физического факультета рождается в отделе, возглавляемом прекрасной Ольгой Владимировной. И невозможное в издательском отделе становится возможным: то, что только авторы смеют назвать макетом, волшебные руки сотрудниц превращают в то, что потом становится книгами и учебными пособиями.





### *Библиотека*

Здесь работают музы, хранящие многое из того, чего никогда не найдешь в интернете. И не только хранящие сокровища научных знаний, но и всегда готовые подсказать, что именно вам надо и как найти это. А какие замечательные выставки регулярно проводятся в библиотеке! По этим выставкам можно изучать историю физики, историю факультета.





### *Отдел закупок*



Множество преград возводится на пути организации закупок, проведении практик и т. п., горы хитроумных бумаг требуется создать.

Но для красавиц Отдела закупок, и счастливых, которых они сопровождают, нет непреодолимых преград!

### *Отдел хозяйственно-технической эксплуатации*

Очаровательнейшая хозяйка нашего большого дома создает неповторимую атмосферу факультета. Только благодаря ее ежедневным заботам наш любимый физфак блещет чистотой и притягивает неповторимым уютом.



### *Профком физического факультета*

В трудную минуту мы бежим в профком. Тут нам окажут реальную – материальную помощь. Но, кроме этого, всегда с любовью и вниманием выслушают и поймут.

Как это важно!

И сделает это внимательнейшая милейшая Александра Сергеевна.



Р. С. Каемся, у нас не то чтобы не хватило времени или слов (помним, что о Любви не говорят словами), чтобы рассказать обо всех красавицах физического факультета. По секрету — мы за свои бока опасаемся. Не досталось бы нам от мужчин физфака! Чтобы уберечься, сообщаем, что страницы газеты «Советский физик» всегда свободны для всех желающих поведать о лучших женщинах и девушках университета — женщинах и девушках физического факультета. И, если статей будет много, мы готовы в следующем марте выпустить двойной, тройной номер газеты!

*Фото и музыка С. Савкина  
(Причем здесь музыка? А разве она не звучит в вас,  
когда вы смотрите на женщин факультета?),  
слова К. Показеева*

## ОНЛАЙН-КОНФЕРЕНЦИЯ РЕКТОРА МГУ В МИА «РОССИЯ СЕГОДНЯ»



18 января 2022 г. в Международном пресс-центре Международного информационного агентства «Россия сегодня» прошла онлайн-конференция ректора Московского университета, президента Российского союза ректоров академика В.А. Садовниченко. Темой встречи ректора с журналистами стало подведение итогов прошедшего года и подготовка к отмечаемому 25 января Дню основания Московского университета и Дню российского студенчества.



В начале встречи Виктор Антонович напомнил о том, что Татьянин день уже более двух столетий является главным университетским праздником, который отмечается в честь решения императрицы Елизаветы Петровны, именно в этот день выпустившей высочайшее повеление об основании в Москве университета. С 2005 г. Указом Президента Российской Федерации В. В. Путина 25 января объявлен Днем Российского студенчества. В. А. Садовничий рассказал об основных итогах работы МГУ в рамках только что завершившегося Года науки и технологий в Российской Федерации и поделился планами на 2022 г.

По оценке ректора, 2021 г. был успешным для ведущего вуза страны. Лидирующие позиции Московского университета в системе отечественной высшей школы вновь подтвердили авторитетные международные исследования. Немаловажно, что эти результаты получены на фоне непростой эпидемиологической обстановки. Благодаря вовремя принятым решениям в МГУ на сегодня 84 % процента вакцинированных, однако, работа в следующем семестре, скорее всего, будет также осуществляться в смешанном формате и будет зависеть от эпидемиологической обстановки и соответствующих рекомендаций Роспотребнадзора.

Виктор Антонович обратил внимание, что МГУ активно готовится к новому приему. «В прошедшее воскресенье у нас был традиционный День открытых дверей, на котором в дистанционном формате мы рассказали нашим абитуриентам о перспективах образования в Московском университете», — отметил В. А. Садовничий. К новому учебному году в МГУ будут открываться новые междисциплинарные магистерские программы в рамках научно-образовательных школ, сформированных в университете с вовлечением ученых разных факультетов и кафедр. Сегодня в таком инновационном формате работают уже более 1600 сотрудников из 46 подразделений вуза. Причем 45 % из них — молодые ученые. В том числе благодаря таким новым формам организации учебного процесса конкурс в вуз продолжает расти и в прошлом году составил более 9 человек на место.

Прошедший год стал для Московского университета годом расширения филиальной сети. 1 сентября МГУ открыл в Сарове новый филиал, который будет доступен для российских и зарубежных студентов. Также организуется филиал в подмосковной Дубне на базе исследовательской площадки физического факультета, уже долгие годы тесно сотрудничающего с Объединенным институтом ядерных исследований.

Виктор Антонович информировал широкую общественность о реализуемых в университете новых крупных научных проектах МГУ в рамках федеральных научно-технических программ. Среди них — «Развитие синхротронных и нейтронных исследований для материалов энергетики



нового поколения и безопасного захоронения радиоактивных отходов», «Новые системы и уровни редактирования генома», «Анализ микробиомов растений и беспозвоночных животных экстремальных мест обитания». Новым словом в технологиях обещает стать карбоновый полигон МГУ в Солнечногорском районе Московской области. Территория площадью 605 га — это один из первых одобренных Миннауки полигонов, на котором будут обрабатываться технологии мониторинга поглощения углерода биомассой растительности и почвы. Важное значение для развития отечественной программы суперкомпьютерных вычислений имеет и Распоряжение Правительства Российской Федерации от 16.12.21 №3611-р о поддержке развития созданного и успешно работающего на базе Московского университета супервычислительного кластера.

В. А. Садовничий обратил внимание на то, что универсальный охват и фундаментальный характер проводимых учеными МГУ научных исследований, беспрецедентная концентрация интеллектуальных сил позволяет университету ежегодно обеспечивать около четверти научных статей, публикующихся в целом отечественными учеными. На развитие этого потенциала и использование его в интересах страны будет работать и запущенный при поддержке руководства государства проект создания научно-технологической долины Московского университета — Инновационного научно-технологического центра МГУ «Воробьевы горы». По словам В.А. Садовничего, долина должна стать интерфейсом между фундаментальными исследованиями и приложениями их результатов в конкретных технологиях. «Фактически это еще один кампус университета. Здания в нем будут наполнены проектами, которые молодые принесут в долину», — отметил ректор. — Строится город. Это непростая задача с сотнями, даже тысячами проектов. Это огромное будущее для технологий нашей страны». В.А. Садовничий анонсировал, что 25 января вместе с мэром Москвы С.С. Собяниным будут заложены еще два новых корпуса на территории ИНТЦ МГУ «Воробьевы горы». Успешно продвигается возведение уже строящихся объектов.

В. А. Садовничий также рассказал о расширении пространства международного научно-образовательного сотрудничества. Только за последний год на базе МГУ по инициативе Российского Союза ректоров были проведены крупные образовательные саммиты с представителями ректорского корпуса Тайланда, Беларуси, Узбекистана, Японии. Их цель — укрепление инструментов научной дипломатии, поддержание единого научно-образовательного пространства между учеными, преподавателями и студентами. Важным элементом такой работы являются и зарубежные филиалы МГУ, а также совместный университет МГУ-ППИ в г. Шэньчжэне (КНР).



Работает Московский университет и в направлении интеграции усилий регионов по развитию собственных образовательных ресурсов в едином научно-образовательном поле. Это является сверхзадачей запущенного по инициативе Московского университета проекта создания научно-образовательных консорциумов «Вернадский», участие в котором принимает уже почти половина регионов страны. Традиционными форматами обращения



МГУ к национальной системе образования являются и съезды учителей, и проект «Университетские субботы» для школьников, и «Университетские среды» для учителей, кружковое движение.

Виктор Антонович коротко рассказал о работе студенческих организаций МГУ в истекшем году. Именно студенты являются инициаторами или активными участниками разнообразных мероприятий культурной, спортивной, военно-патриотической и историко-мемориальной направленности. Так, в 2020 г. в д. Красновидово Можайского района Московской области, на территории базы отдыха МГУ был открыт памятник, посвященный совещанию Ставки Верховного главнокомандования, на котором 10 октября 1941 г. было принято стратегическое решение об обороне Москвы и разработан план защиты города. Его успешная реализация остановила отступление Красной Армии, послужила началом перелома в Великой Отечественной войне. Каждый год большая делегация студентов и преподавателей МГУ посещает и места боев в Смоленской области, где летом 1941 г. героически погибли тысячи ополченцев — учащихся и сотрудников Московского университета.

Ректор также сообщил о мероприятиях в рамках реализации Указа Президента Российской Федерации о подготовке к 270-летию МГУ в 2025 г. В настоящее время сформирован организационный комитет, раз-



работан план мероприятий, ведется работа по его наполнению конкретными делами и событиями.

Более подробно В. А. Садовничий остановился на программе предстоящего Татьянина дня. В его рамках пройдет целая серия как деловых, так и развлекательных мероприятий. Среди них, например, вручение Ломоносовских и Шуваловских премий, дипломов Заслуженным профессорам, преподавателям, научным сотрудникам, работникам и стипендиатам Московского университета, общественной награды «Звезда Московского университета», традиционный студенческий огонек и церемония разлива ректором медовухи.

По словам В. А. Садовничего, изначально это была его идея — в день рождения университета готовить особое угощение для студентов. В этом году медовуха, сырьем для которой послужила бочка башкирского меда, подаренная учениками ректора, уже почти готова. В ее основе — особый рецепт, составленный им лично как дань памяти о традициях аналогичного производства в г. Суздале Владимирской области. Не менее веселые традиции есть и в зарубежных университетах: так новоизбранный ректор Гумбольдтского университета профессор Кляйна угощал своих студентов немецким пивом, в США в день основания университета кое-где ректора «заставляют» искупаться в бассейне университетского кампуса.

Современные студенты и восприимчивы к новому, и одновременно поддерживают традиции, частью которых они сами являются. «Университет никогда не стареет потому, что ребята придумывают свои традиции. У нас на масленицу ректор печет блины, а потом угощает ими студентов. Награда «Звезда Московского университета» и традиционный студенческий огонек — это тоже придумала университетская молодежь», — подчеркнул ректор. — 25 января планирую встретиться с новыми лидерами студсовета, обсудим важные вопросы студенческой жизни».

Отвечая на вопрос о формате работы университета в ближайшее время, ректор отметил, что введение новых мер по противодействию пандемии коронавируса пока не предполагается. В университете рассчитывают как на уже реализуемые противоэпидемиологические форматы, так и на сформированный коллективный иммунитет.

Академик В. А. Садовничий рассказал о созданном им с коллегами математическом прогнозе завершения острой фазы пандемии, согласно которому в начале 2023 г. можно ожидать постепенного сворачивания масштабов проблемы коронавируса. Оценивая его влияние на систему высшей школы, ректор отметил, что успеваемость в целом осталась на прежнем уровне, катастрофического разрыва в качестве обучения мы тоже не видим. «Однако, прямого общения как важной грани нашей систе-



мы образования, конечно, не хватает. Надеюсь, личные встречи уже скоро вернуться в наши вузы», — добавил в заключение онлайн-конференции ректор МГУ.

*<https://www.msu.ru/news/onlayn-konferentsiya-rektora-mgu-v-mia-rossiya-segodnya.html>*

*<https://www.msu.ru/album/2021-god/dekabr2021/otkrytie-mezhdunarodnogo-kongressa-psikhologiya-obrazovaniyu/>*

## ПОЗДРАВЛЯЕМ КОЛЛЕГ С ВЫСОКИМИ НАГРАДАМИ!

Профессор кафедры атомной физики, физики плазмы и микроэлектроники физического факультета Евгений Павлович Велихов удостоен почётного звания «ГЕРОЙ ТРУДА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ»



2 февраля на торжественной церемонии в Кремле президент Владимир Владимирович Путин вручил Евгению Павловичу государственную награду и поздравил его с днем рождения.



**Сердечно поздравляем!**

**Поздравляем лауреатов премий имени М. В. Ломоносова!**

Два сотрудника нашего факультета оказались в списках лауреатов премии имени М. В. Ломоносова за педагогическую деятельность. Эта премия была учреждена в 1992 г. и присуждается мастерам лекторского искусства, создателям принципиально новых общих и специальных курсов, практикумов, авторам учебников, учебных пособий и сборников задач, получивших широкое признание.

Хотим от души поздравить **Ольгу Николаевну Васильеву**, доцента кафедры общей физики,



и **Владимира Анатольевича Кульбачинского**, профессора кафедры физики низких температур, с этой наградой!

**Желаем еще больше научных и педагогических достижений в будущем!**



## 95 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ АКАДЕМИКА АНАТОЛИЯ АЛЕКСЕЕВИЧА ЛОГУНОВА



29 декабря 2021 года состоялось заседание ректората МГУ имени М.В. Ломоносова, посвященное 95-ой годовщине со дня рождения академика, ректора МГУ (1972–1992), вице-президента Академии наук СССР (1974–1991), директора Института физики высоких энергий (1963–1974, 1993–2003), лауреата Ленинской премии, двух Государственных премий СССР, члена ЦК КПСС (1986–1990), Героя Социалистического Труда Анатолия Алексеевича Логунова.

На заседании присутствовали дочь А. А. Логунова Вера Анатольевна и его внучка Анна.

В своем вступительном слове ректор МГУ Виктор Антонович Садовничий отметил достижения А. А. Логунова на посту ректора МГУ и поделился воспоминаниями о своей работе с ним в тот период времени.



Кратко попытаюсь изложить здесь основные моменты его выступления. Виктор Антонович ко времени назначения А. А. Логунова ректором МГУ был заместителем декана механико-математического факультета по научной работе. А. А. Логунов после нескольких встреч по текущим вопросам пригласил Виктора Антоновича перейти на работу в ректорат. Сначала В.А. Садовничий был первым заместителем первого проректора МГУ (1980–1982), затем проректором по учебно-научной работе естественных факультетов (1982–1984), а с 1984 г. первым проректором МГУ. Работу в ректорате, как сказал Виктор Антонович, в этот период времени он проводил в тесном контакте и во многом под руководством Анатолия Алексеевича Логунова. После своего ухода с поста ректора МГУ Анатолий Алексеевич Логунов выдвинул на пост ректора МГУ Виктора Антоновича Садовничего.

На первых в истории Московского университета демократических выборах ректора Советом Ученых советов МГУ 23 марта 1992 г. Виктор Антонович был избран ректором МГУ. Помимо административной работы, как вспоминал В. А. Садовничий, он, как математик, принимал участие и в научной работе с А. А. Логуновым по теории гравитации. В частности, им получены существенные результаты по математическому обоснованию некоторых подходов в теории относительности и гравитации. Проведено доказательство существования и единственности решения нелинейных уравнений для гравитационного поля в этой теории<sup>1)</sup>. На основе разработанного Виктором Антоновичем метода А. А. Логуновым построена в явном виде группа движений равноускоренных систем отсчета<sup>2)</sup>, решена нелинейная задача о связи координат псевдоевклидова



пространства–времени с координатами эффективного псевдориманова пространства–времени и решены некоторые другие математические проблемы.



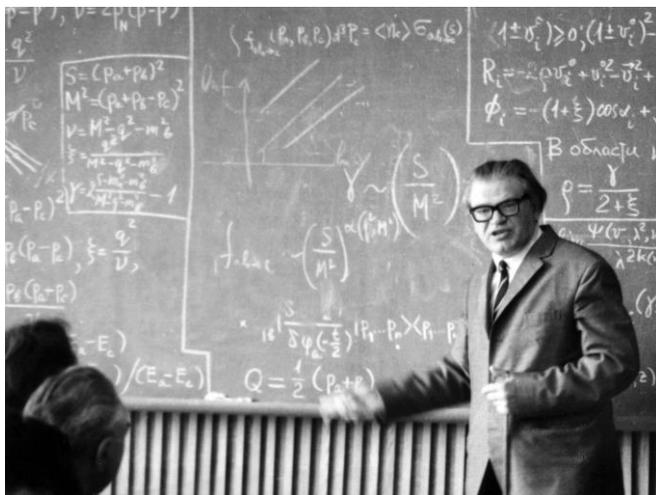
После этого Виктор Антонович рассказал о работах А. А. Логунова по строительству в Институте физики высоких энергий (ИФВЭ) ускорителя с энергией протонов 3 ТэВ. Однако начавшаяся перестройка и последовавший за ней распад СССР не позволили осуществить этот проект, хотя большая часть ускорителя и была построена. Если бы удалось его построить, то этот ускоритель некоторое время был бы самым мощным в мире ускорителем протонов.

Закончив свое выступление, Виктор Антонович предоставил слово мне для воспоминаний о научной работе под руководством А. А. Логунова. Я к началу знакомства с А. А. Логуновым заканчивал аспирантуру физического факультета МГУ, у меня было опубликовано без соавторов по теме диссертации 7 работ, причем одна из них в «Журнале экспериментальной и теоретической физики».



В 1976 году А. А. Логунов опубликовал в журнале «Теоретическая и математическая физика» три статьи, посвященные проблемам теории гравитации, которые мне понравились, о чем я сообщил своему научному руководителю по диссертации профессору Якову Петровичу Терлецкому. Он сказал мне, что

лично знаком с А. А. Логуновым и, если я хочу, то он меня представит ему; возможно А. А. Логунов возьмет меня в свою научную группу. Я, с благодарностью, ответил утвердительно.



Анатолий Алексеевич назначил мне первую встречу в ректорате МГУ 17 ноября 1977 года. При встрече он кратко поинтересовался темой моей диссертации и наиболее значимыми ее результатами. После этого спросил, читал ли я его последние статьи по гравитации и какое мнение у меня о них. Я ответил, что статьи читал, и они мне понравились. Он ска-



зал: «Тогда Вам такое задание: прочитайте статьи еще раз и продумайте замечания к ним. Чем существеннее будут замечания, тем больше у Вас будет шансов попасть в мою научную группу. Временем не ограничиваю. Главное — серьезность замечаний». На этом мы расстались, и я в течение месяца готовил свои замечания. Как практически в каждой статье, сразу же нашел опечатки. Но такие замечания не могут считаться существенными. Пришлось начать решать уравнения и обнаружилось, что проекционные операторы из-за наличия производных высшего порядка (не только второго, но и четвертого) дают, мягко говоря, неудобную асимптотику. Эти утверждения я проиллюстрировал на примерах, взятых из статей. Все объяснения и расчеты я проводил очень подробно, в результате чего получилась рукопись объемом около 70 страниц на машинке.

Через месяц я ожидал А.А. Логунова на 9-м этаже Главного Здания у входа в его кабинет. Когда он появился, я начал объяснять кто я такой и что, вообще, мне нужно.

Но он сказал: «Я Вас помню, пойдемте в кабинет». В кабинете он стал читать мою рукопись. Прочитав 10–15 страниц, он сказал: «Дома дочитаю. Если Вы хотите работать в моей научной группе, то я буду давать Вам задания, а Вы будете проводить вычисления и каждый день звонить мне утром, в обед и вечером и рассказывать какие получаются результаты вычислений; будем кратко их обсуждать и формулировать задание на очередной этап вычислений. Я тоже, по возможности, буду проводить вычисления, но дел много, а времени мало. Поэтому основные вычисления будете проводить Вы, а я буду осмысливать их результаты и думать о направлении дальнейших расчетов. Согласны?»

«Согласен!»

«Вот Вам мой домашний телефон. Там моя супруга Анна Николаевна. Позвоните ей и попросите, чтобы она дала Вам мои прямые телефоны в ректорате МГУ, в президиуме Академии наук и в Институте физики высоких энергий в Протвино».

Так я начал работу под руководством Анатолия Алексеевича Логунова. Надо сказать, что в выходные и праздничные дни, а также во время болезней Анатолий Алексеевич и сам активно проводил расчеты и просил о моих результатах сообщать почаще.

После того, как расчеты заканчивались, Анатолий Алексеевич концептивно излагал основные моменты статьи, расширять которые предстояло мне. Когда текст и формулы были готовы в первом приближении, происходила читка и правка статьи у него дома.

Надо сказать, что А. А. Логунов искренне интересовался теорией гравитации и с нетерпением ожидал моих сообщений, поэтому я старался



не нарушать принятый график звонков. Эта работа с Анатолием Алексеевичем многому меня научила.

После окончания моего выступления Виктор Антонович Садовничий любезно дополнил его словами, что мы с А. А. Логуновым опубликовали много совместных статей и что после смерти Анатолия Алексеевича я возглавил его кафедру, проработал пять лет и был переизбран на очередной срок.

Далее Виктор Антонович предоставил слово профессору Виктору Ивановичу Саврину, заведующему отделом теоретической физики высоких энергий НИИЯФ МГУ и заведующему кафедрой физики атомного ядра и квантовой теории столкновений физического факультета. В. И. Саврин после окончания физического факультета МГУ поступил в аспирантуру ИФВЭ, директором которого был А. А. Логунов. Тематика исследований В.И. Саврина была связана с применением квазипотенциального подхода к описанию взаимодействий элементарных частиц при высоких энергиях. Этот подход был основан на уравнении, предложенном А. А. Логуновым и А. Н. Тавхелидзе, которое в мировой научной литературе получило наименование квазипотенциального уравнения Логунова — Тавхелидзе. Вся научная работа В. И. Саврина происходила под



контролем А. А. Логунова. Поэтому после успешной защиты кандидатской диссертации В. И. Саврин был принят на работу в теоретический отдел ИФВЭ. Во время последующей работы А. А. Логунов неоднократно интересовался результатами, полученными В. И. Савриным, высоко их ценил, а когда его назначили ректором МГУ, то предложил ему перейти на работу в НИИЯФ МГУ.

После этого с краткими воспомина-



ниями о научной работе с А. А. Логуновым и Д. В. Ширковым выступил профессор Владимир Викторович Белокуров.

В заключение заседания ректората Виктор Антонович вручил дочери А. А. Логунова и его внучке по большому букету цветов и сфотографировался с ними на фоне портрета А. А. Логунова.

<sup>1)</sup> Работы Анатолия Алексеевича Логунова по теории гравитации встречали возражения со стороны некоторых ученых, и одним из наиболее серьезных возражений было указание на отсутствие доказательства теорем о существовании и единственности решений уравнений этой теории. Поэтому после помощи со стороны Виктора Антоновича эти возражения исчезли.

<sup>2)</sup> А. А. Логунов обобщил принцип относительности на случай неинерциальных систем отсчета, согласно которому для каждой выбранной неинерциальной системы отсчета существует бесконечное множество других неинерциальных систем отсчета, движущихся относительно выбранной, таких, что вся эта совокупность систем отсчета эквивалентна с точки зрения всех физических явлений. Однако найти законы преобразований координат и времени в таких физически эквивалентных системах отсчета (неинерциальный аналог преобразований Лоренца) не удавалось из-за математических проблем. Указанный В.А. Садовничим метод решения этих задач позволил находить такие законы преобразований без особых затруднений, и решенная этим методом частная задача о группе движений равноускоренных систем отсчета вошла в учебник А. А. Логунова «Лекции по теории относительности и гравитации. Современный анализ проблемы», Москва, Наука, 1987.

*Заведующий кафедрой квантовой теории и физики высоких энергий  
профессор В. И. Денисов*

## **КРАТКАЯ ИСТОРИЯ И СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ КАФЕДРЫ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ПРОЦЕССОВ И ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ ВЕЩЕСТВА**

Кафедра молекулярной физики была основана в 1931 г. членом-корреспондентом АН СССР Александром Саввичевым Предводителевым. Александр Саввич заведовал кафедрой 41 год — с 1931 по 1972 гг. (рис. 1).



В предвоенные и первые послевоенные годы кафедра занималась в основном двумя проблемами: изучением теплофизических свойств вещества и исследованиями в области физико-химических превращений в газах при электрическом разряде и горении.



*Рис. 1*

За теоретические и экспериментальные исследования процессов горения углерода, изложенные в монографии «Горение углерода», А. С. Предводителя и Л. Н. Хитрину была присуждена Государственная премия (1950 г.). В послевоенный период на кафедре стали развиваться два больших научных направления: физическая газодинамика и физика конденсированных сред. Новый этап в изучении физической газодинамики на кафедре начался в 50-е годы и связан с исследованиями релаксационных процессов в молекулярных газах за фронтом ударных волн, которые приобрели актуальность в связи с развитием ракетной техники. Кафедра одной из первых в стране приступила к созданию ударных труб, которые позволили изучить релаксационные процессы в диапазоне температур от тысячи до десятков тысяч градусов Кельвина. Результаты этих работ опубликованы в монографии Е. В. Ступоченко, С. А. Лосева и А. И. Осипова «Релаксационные процессы в ударных волнах» (М., Наука, 1965 г.). Расчеты термодинамических и кинетических свойств воздуха в широком диапазоне температур и давлений опубликованы в многотомном справочнике «Таблицы термодинамических свойств воздуха», являющемся настольной книгой для всех занимающихся расчетами параметров воздуха за ударной волной. Под руководством А. С. Предводителя были начаты детальные исследования процессов в ударных трубах; изучено распространение ударных волн в неоднородных средах (Ф. В. Шу-



гаев, Л. С. Штеменко, Н. Н. Сысоев, А. И. Климов, И. А. Знаменская); По инициативе А. С. Предводителя в 60-е гг. совместно с Московским энергетическим институтом проводились работы по проблеме магнито-гидродинамического преобразования тепловой энергии в электрическую (Г. П. Петрова и др.).

В 70-е годы стала развиваться релаксационная гидродинамика (А. И. Осипов, А. В. Уваров) и началось экспериментальное изучение неустойчивости ударных волн на ударных трубах кафедры с числами Маха ударных волн до 40 (А. П. Рязин, А. И. Соколов). Работы кафедры по физике жидкости проводились под руководством А. С. Предводителя, Е. Г. Швидковского, а затем Л. П. Филиппова и были направлены на получение и накопление надежных теплофизических данных для жидкостей различных типов. Был создан ряд уникальных прецизионных установок для исследования свойств жидкостей методами спектроскопии рассеянного света, диэлектрической релаксации, флуоресценции, теплового периодического нагрева. Монография Л. П. Филиппова «Методы расчета и прогнозирования свойств веществ» (МГУ, 1988 г.) была удостоена премии Совета Министров СССР. Одним из направлений работы этой лаборатории было создание методов диагностики онкологических заболеваний (Г. П. Петрова, Ю. М. Петрусевич и др.). В связи с развитием твердотельной электроники резко возрос интерес к работам по дислокациям в твердых телах. В работе принимали участие А. А. Предводители, Н. А. Тяпунина, Г. В. Бушуева, Г. М. Зиненкова и др.



Рис. 2. Н. Н. Сысоев со студентами и аспирантами

С 1972 по 1982 гг. заведующим был профессор Анатолий Александрович Предводители. Четыре года с 1982 по 1986 гг. исполнял обязанности заведующего кафедрой профессор Шугаев Ф. В. Пять лет: с 1986 по 2001 гг. возглавлял кафедру профессор Владимир Борисович Брагинский.

С 2001 г. кафедрой руководит профессор Николай Николаевич Сысоев. (рис. 2).

Н. Н. Сысоев исследовал термодинамические и радиационные характеристики полей течения при взрывах, позволившие провести классификацию физико-химических процессов образования заряженных частиц и определить их роль в механизме генерации электромагнитного излучения. Кроме того, им исследовано распространение ударных волн через области неоднородности, созданные взрывами и плазменными образованиями. Полученные результаты отражены в монографиях (В. В. Селиванов, В. С. Соловьев, Н. Н. Сысоев «Ударные и детонационные волны. Методы исследования» МГУ, 1990) и др., учебном пособии Сысоев Н. Н., Селиванов В. В., Хахалин А. В. «Физика горения и взрыва». В 2014 г. Н. Н. Сысоев совместно с П. Н. Захаровым был награжден Премией правительства РФ в области науки и техники.

Разрабатываются мультифизические модели в областях физико-химической гидродинамики, многофазных течений, плазменной аэродинамики, межфазного энергообмена, экстремальных состояний вещества, в области микроэлектроники, фотоники и по другим направлениям. Основной объект исследования — физические эффекты на молекулярном и на макроуровне в жидких, твердых, газоплазменных средах.

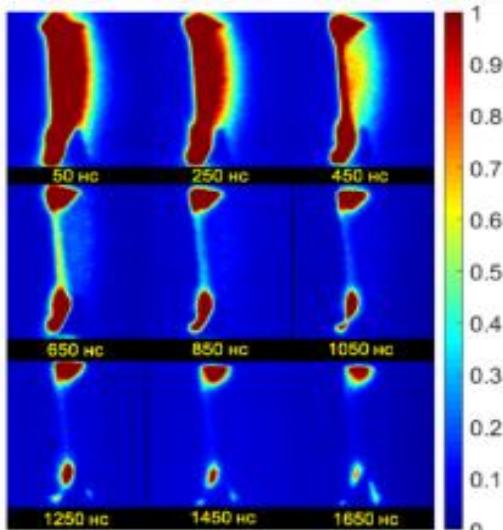


Рис. 3

Динамические процессы исследуются экспериментально и численно. Ведутся исследования в междисциплинарных областях — разрабатываются методы в биомедицинской диагностике.

В рамках школы «Фотонные и квантовые технологии. Цифровая медицина» получило развитие направление «Высокоскоростная фотоника в исследованиях быстротекающих процессов».

В частности, с наносекундным разрешением исследовалась динамика короткоживущих плазменных образований в сверхзвуковых потоках в видимом и инфракрасном диапазонах (рис. 3).

Детальное изучение свойств рассеянного света позволяет получить сведения о структуре молекул и молекулярных систем, о природе межмолекулярных и внутримолекулярных сил, а также производить качественный и количественный анализ различных соединений.

Результаты исследования процессов коллагенолиза могут быть использованы в медицине для разработки методики мониторинга биодegradации коллагена в режиме реального времени при различных патологических заболеваниях в организме, а также в разработке новых лекарственных препаратов, содержащих бактериальную коллагеназу.

Фотодинамическая терапия (рис. 4) является одним из активно развивающихся малоинвазивных и органосохраняющих методов лечения онкологических заболеваний полостных органов и кожи со сложной локализацией. При разработке «идеального» фотосенсибилизатора (ФС) особое внимание уделяется его свойству избирательно накапливаться в онкологических тканях.

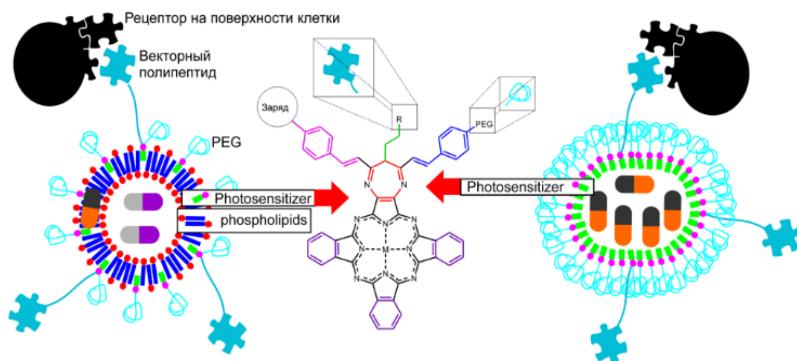


Рис. 4

Данная работа продолжает ранее начатое исследование и представляет собой составную часть комплексного научного исследования, проводимого на физическом факультете в сотрудничестве с ОФАН РАН и посвященного разработке новых фотосенсибилизаторов третьего поколения и созданию лекарственных форм на их основе.



Экспериментально и численно исследуются задачи управления сверхзвуковыми течениями газа в каналах на основе импульсного плазменного воздействия на уникальной плазмодинамической установке кафедры. Обнаружен ряд новых физических эффектов в области плазменной аэродинамики (рис. 5), связанных с локализацией сильноточных наносекундных разрядов в участки пограничного слоя, зоны отрыва в профилированных каналах, с явлениями распада разрыва.

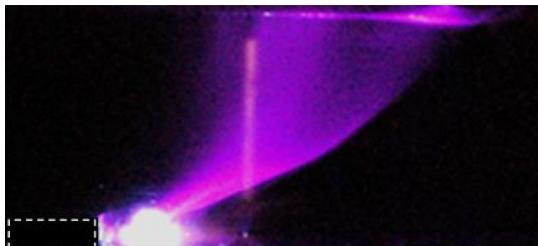


Рис. 5

В научных исследованиях огромную роль играют разработка методов измерения исследуемых процессов: их обработки и анализ полученных результатов. На кафедре разработаны и используются ряд новых экспериментальных методов: метод определения рельефа поверхности жидкости (рис. 6), методы высокоскоростной термографии пограничных слоев жидкости и газа, метод «термография на просвет», метод визуализации сверхзвуковых течений импульсным объемным разрядом и др. Результаты измерений необходимы при проектировании двигательных установок, различного типа реакторов и других высокоэнергетических систем.

Цифровые технологии многократно увеличили объем визуальной информации при регистрации быстропротекающих процессов. В данной работе реализован подход к анализу больших массивов данных цифровой высокоскоростной визуализации течений с использованием программ машинного зрения и обучения. Создано программное обеспечение для автоматического отслеживания координат и размеров структур течений в автоматическом режиме. Предложен и реализован подход к анализу больших массивов данных цифровой высокоскоростной визуализации течений на основе искусственного интеллекта; используются программы машинного зрения и обучения, сверточные нейронные сети CNN. Создано программное обеспечение для автоматического отслеживания координат и размеров структур течений в автоматическом режиме с помощью алгоритмов выделения границ (краев), что позволило обрабатывать большие массивы цифровых данных (полученных оптическими методами) без участия человека, а следовательно, получить дополнительно но-

вую научную информацию. Скорость распознавания объектов на изображениях (ударных волн, частиц-трассеров в потоке) нейронной сетью составила 15 к/с. При помощи машинного зрения и обучения было разработан ряд программ обработки теневых и шпирен изображений (рис. 7).

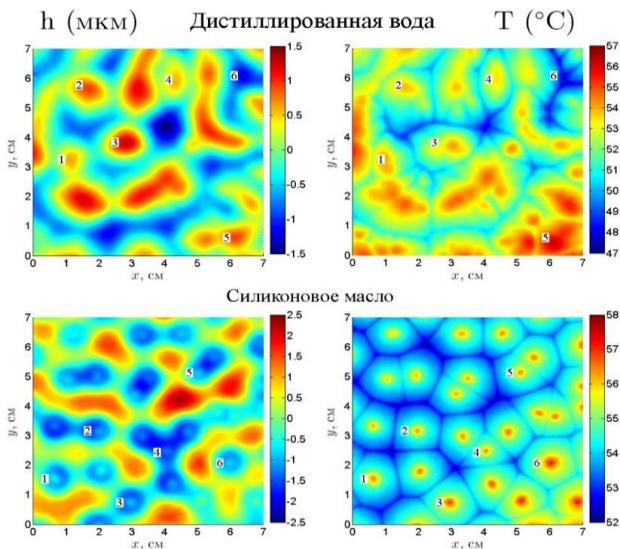


Рис. 6

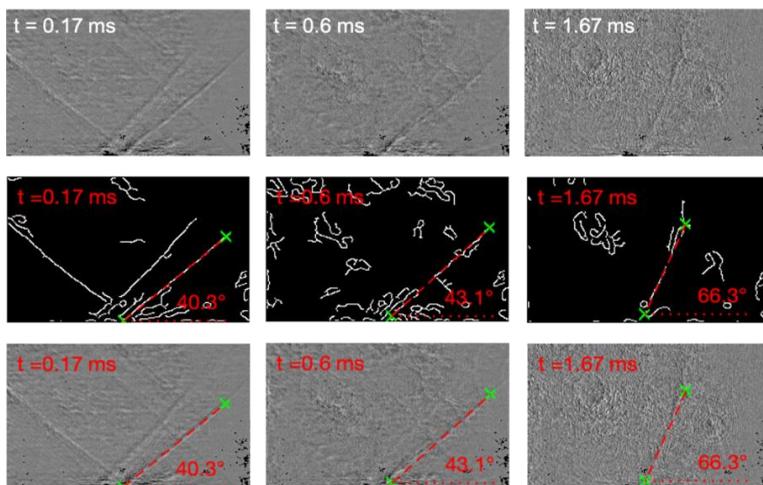


Рис. 7

Разработаны методы создания радиотехнических моделей местности с применением геопространственных технологий, методы моделирования распространения радиоволн в сложных средах. Созданы программно-аппаратные комплексы радиомониторинга.

2 года назад впервые в России была создана и размещена на сайте кафедры общедоступная цифровая интернет-галерея уникальных научных изображений и видео потоков газа, плазмы, жидкости, полученных в разное время сотрудниками кафедры. Пока там около 200 изображений и анимаций – экспериментальных и расчетных.

Галерея регулярно пополняется, на сегодняшний день зафиксировано более 1700 посещений. На рис. 8 — скриншот с сайта [molphys.phys.msu.ru/gallery/index.php/photoimages](http://molphys.phys.msu.ru/gallery/index.php/photoimages).



Рис. 8

Сейчас в составе кафедры 26 сотрудников (рис. 9). Кафедра ведёт магистерскую программу «Физика молекулярных процессов и экстремального состояния вещества». Всего читается 25 спецкурсов. В специальном практикуме кафедры молекулярных процессов и экстремальных состояний вещества 18 задач. За пять лет поставлены три новые задачи. В настоящее время на кафедре обучается 24 студента в бакалавриате и магистратуре и 6 в аспирантуре.



Рис. 9

24 ноября 2021г. на кафедре молекулярной физики ректором В.А. Садовничим была открыта уникальная лаборатория электронно-зондовых исследований по функциональному анализу и редактированию микросхем топологической нормы до 40 нм с использованием методик лазерно-сканирующей, фотоэмиссионной, ионной и ИК-микроскопии с системой CAD навигации. (рис. 10). В лаборатории применяется современное диагностическое оборудование. Разработаны алгоритмы контроля для проверки стойкости микросхем к внешним атакам.



Рис. 10

*Профессор И. А. Знаменская*



## ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ КОМПЛЕКСОВ ДНК-Dps

При наступлении неблагоприятных условий, например, таких как окислительный стресс, высокая концентрация токсичных катионов, воздействие ультрафиолетового излучения или высоких температур, многие бактерии способны «прятать» свой геном за счет сокристаллизации ДНК с белком Dps [1–3]. Название этого белка является англоязычной аббревиатурой от словосочетания «ДНК-связывающие белки голодающих клеток», так как этот белок впервые был обнаружен в большом количестве в комплексе с ДНК у бактерий, которые недополучали питательные вещества. Позднее выяснилось, что данный белок является родственным ферритину, белку, ответственному за метаболизм железа у людей и животных. Молекула Dps *Escherichia coli* состоит из 12 идентичных субъединиц, состоящих из 167 аминокислотных остатков молекулярной массой 18,7 кДа [3].

Сокристаллы ДНК-Dps были охарактеризованы с помощью просвечивающей электронной микроскопии, флуоресцентной микроскопии, рентгеновской кристаллографии и малоуглового рентгеновского рассеяния [4–8]. Эти исследования выявили неспецифический характер связывания ДНК с Dps, который опосредован электростатическим взаимодействием между отрицательно заряженными фосфатными группами ДНК и положительно заряженными лизинами на N-конце субъединиц Dps.

Существует несколько предполагаемых моделей пространственной организации ДНК в сокристаллах ДНК-Dps. В одной из них предполагается, что молекулы ДНК пронизывают гексагональную решетку Dps, пересекая поочередно разные упакованные листы Dps. Другая модель предполагает накручивание нити ДНК вокруг молекул Dps подобно взаимодействию ДНК с гистонными белками. Некоторые исследователи считают, что ДНК выстраивается вдоль рядов молекул Dps, образующих один двумерный упорядоченный лист. Наконец, существуют также модели, допускающие комбинацию некоторых вышеупомянутых структур.

Разнообразие интерпретаций структурных особенностей сокристаллов ДНК-Dps создает необходимость их дальнейшего подтверждения или уточнения. Уникальную информацию о структурных особенностях взаимодействия ДНК с Dps может предоставить атомно-силовая микроскопия (АСМ). АСМ успешно зарекомендовала себя при изучении структурных особенностей нуклеиновых кислот, белков и их комплексов на уровне отдельных молекул и с высоким, субнанометровым пространственным разрешением. В частности, АСМ уже успешно применялась для исследования морфологии и размеров богатого Dps нуклеоида лизированных бактериальных клеток, а также изучения способности белков Dps связы-

ваться с ДНК и конденсировать её при различных значениях рН. Проведение многостороннего АСМ-анализа отдельных комплексов ДНК-Dps и сокристаллов ДНК-Dps способно значительно продвинуть наше понимание об устройстве нуклеоида бактерий и механизмах защиты бактериального генома от неблагоприятных воздействий окружающей среды.

Ведущий научный сотрудник кафедры физики полимеров и кристаллов Е.В. Дубровин совместно с коллегами из Института физической химии и электрохимии имени А.Н. Фрумкина РАН, Института кристаллографии имени А.В. Шубникова РАН, ФНКЦ физико-химической медицины ФМБА и Университета Тюбингена сформировали и визуализировали с высоким пространственным разрешением отдельные комплексы ДНК-Dps, а также охарактеризовали их морфологию и структурные особенности [9]. Комплексы ДНК-Dps формировали на основе линейаризованной плазмидной ДНК известной длины (4500 пар нуклеотидов), а затем наносили на поверхность высокоориентированного пиролитического графита (ВОПГ), модифицированную N,N'-(декан-1,10-диил)бис(тетраглицинамидом) (GM). Такая поверхность является положительно заряженной и поэтому способна «захватывать» отрицательно заряженные молекулы ДНК за счет электростатического притяжения.

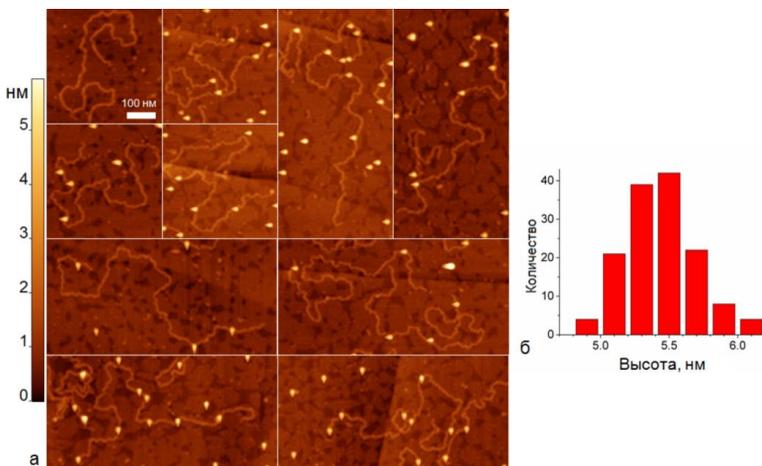


Рис. 1. (а) Подборка АСМ-изображений (слева сверху) линейаризованной молекулы ДНК и (остальные изображения) отдельных комплексов линейаризованной ДНК-Dps, адсорбированных на поверхность GM-ВОПГ. АСМ-изображения были получены на воздухе. Размеры АСМ-изображений составляют  $400 \times 400 \text{ нм}^2$ ,  $400 \times 800 \text{ нм}^2$  и  $800 \times 400 \text{ нм}^2$ . (б) Распределение по высотам молекул Dps в комплексах. Перепечатано из [9], Копирайт (2021), с разрешения Эльзевир

На АСМ-изображениях комплексы ДНК-Dps выглядят в виде отдельных нитей ДНК с «нанизанными» на них глобулами, молекулами Dps (рис. 1). Количество таких глобул при используемом весовом соотношении ДНК к белку (1:5) варьировало от 1 до 7. Средняя контурная длина таких комплексов лежала в диапазоне от 1500 до 1550 нм и не выявила зависимости от количества связавшихся молекул белка (рис. 2а). Данный результат свидетельствует о том, что при образовании комплекса ДНК не наматывается вокруг молекул Dps, что отличает эту систему от комплексов ДНК с гистонными белками. В то же время полученные данные не исключают того, что ДНК может огибать небольшую область поверхности молекулы Dps.

Для оценки степени возможного изгиба молекулы ДНК при её связывании с молекулой белка Dps был проведен анализ угла  $\theta$  между двумя касательными к контуру ДНК в точках входа в белковую глобулу (рис. 2б). Гистограмма распределения угла  $\theta$  для комплексов ДНК-Dps, а также его гауссова аппроксимация показаны на рис. 2б голубым цветом. Максимум при  $0^\circ$  свидетельствует о том, что молекула Dps не способствует изгибу ДНК при связывании с ней. При этом длина не визуализируемого фрагмента ДНК между двумя точками ее входа в белковую глобулу может быть оценена как кажущийся (то есть уширенный зондом атомно-силового микроскопа) на АСМ-изображениях диаметр молекулы Dps в составе комплекса, который составляет  $22 \pm 1$  нм. Гистограмма распределения угла  $\theta$  для свободных, то есть не образующих комплекс с Dps молекул ДНК, для контурной длины 22 нм, а также соответствующая гауссова аппроксимация представлены для сравнения на рис. 2б красным цветом. Наблюдаемая разница в распределении углов может быть связана с «заморозкой» флуктуации контура молекул ДНК на некоторой длине  $l_{fix}$ . Длину такого «замороженного» сегмента можно считать длиной участка ДНК, непосредственно взаимодействующего с одной молекулой Dps. Для того чтобы оценить  $l_{fix}$ , зависимость  $\langle \cos(\theta) \rangle$  от контурной длины для свободной ДНК сравнивалась со значением  $\langle \cos(\theta) \rangle$  для комплексов ДНК-Dps ( $0,662 \pm 0,022$  рад) (рисунок 2в). Согласно проведенному анализу, длина флуктуирующего фрагмента ДНК внутри уширенного АСМ-изображения молекулы Dps составила  $16 \pm 2$  нм, что дает значение  $6,0 \pm 2,2$  нм для  $l_{fix}$ . Это позволяет заключить, что при связывании с ДНК одна молекула Dps непосредственно контактирует с участком ДНК длиной около 6 нм.

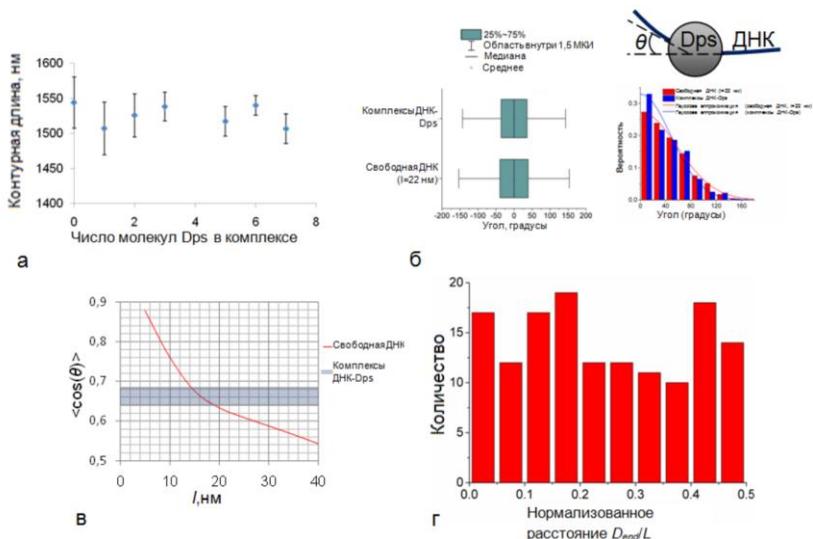


Рис. 2. (а) Зависимость средней длины комплекса ДНК-Dps от количества связанных молекул. (б) (слева) Блочная диаграмма распределений видимого угла изгиба ДНК  $\theta$  в комплексах ДНК-Dps и у свободной ДНК для контурной длины  $l=22$  нм, отраженная относительно нулевого значения; (справа снизу) соответствующие распределения (сплошными линиями показаны гауссовы аппроксимации для обоих распределений); (справа сверху) схема, иллюстрирующая определение угла изгиба  $\theta$ . (в) Зависимость  $\langle \cos(\theta) \rangle$  от контурной длины сегмента свободной молекулы ДНК (тонкая красная кривая) и значение  $\langle \cos(\theta) \rangle$  для комплексов ДНК-Dps (серая кривая, толщина учитывает стандартное отклонение среднего). (г) Распределение нормализованной контурной длины  $D_{end}/L$  между молекулой Dps в комплексе ДНК-Dps и его ближайшим концом. Перепечатано из [9], Копирайт (2021), с разрешения Эльзевир

Анализ расстояний от связанных с ДНК молекул Dps до ближайшего конца подтвердил отсутствие специфичности связывания Dps с ДНК (рис. 2г). Наличие небольших упорядоченных агрегатов Dps, ассоциированных с молекулами ДНК (рис. 3а), позволило определить возможную упаковку ДНК в таких агрегатах. Оказалось, что суммарная длина видимой части молекулы ДНК (то есть выходящей за пределы белкового агрегата) значительно меньше средней контурной длины молекулы ДНК. Разница между длиной ДНК и видимой частью ДНК в таких комплексах, вероятно, сосредоточена внутри агрегатов Dps. Эта «недостающая» длина всегда была значительно больше латеральных размеров агрегатов Dps, которые, как правило, лежали в диапазоне 50–70 нм. Поэтому ДНК внутри таких агрегатов проходит не напрямую от одной точки входа к другой.

Поскольку, как показано выше, накручивание ДНК вокруг молекул Dps не происходит, рационально предположить, что внутри агрегатов Dps ДНК изменяет свое направление несколько раз, то есть проходит «змейкой».

Объем квазикристаллов ДНК-Dps увеличивается с увеличением «недостающей» длины ДНК ( $\langle L \rangle - L_{vis.}$ , где  $\langle L \rangle$  –

средняя контурная длина молекулы ДНК, а  $L_{vis.}$  – длина видимой ее части на АСМ-изображении в составе комплекса с агрегатом Dps) (рисунок 3б). Из линейной аппроксимации этой зависимости следует, что коэффициент пропорциональности между объемом и длиной составляет  $56 \pm 9 \text{ нм}^2$ . Учитывая объем одной молекулы Dps, можно оценить длину ДНК, приходящуюся на одну молекулу Dps в квазикристалле, в  $7,5 \pm 1,4 \text{ нм}$ . Это значение соответствует в пределах погрешности расстоянию между гексагонально уложенными рядами молекул Dps, которое составляет  $\sim 7,8 \text{ нм}$ . Полученные результаты соответствуют модели расположения ДНК, в которой предполагается, что молекула ДНК проходит вдоль рядов упорядоченных молекул Dps в гексагонально упакованном слое.

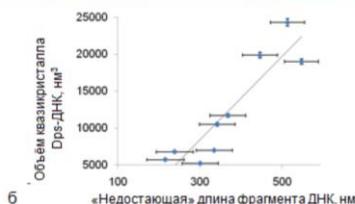
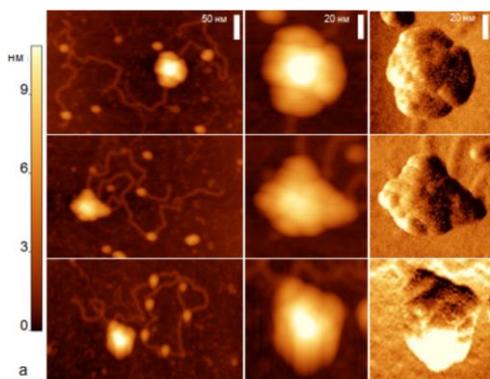


Рис. 3. Пространственная организация ДНК в кристаллах ДНК-Dps. (а) (левая колонка) Подборка АСМ-изображений, демонстрирующих отдельные комплексы плазмидной ДНК с небольшими скоплениями Dps (квазикристаллами). Увеличенные области со скоплениями Dps показаны по каналам «высота» (средняя колонка) и «фаза» (правая колонка). АСМ-изображения получены на воздухе. Размер АСМ-изображений составляет  $250 \times 400 \text{ нм}^2$  (увеличенные области  $100 \times 100 \text{ нм}^2$ ).

(б) Зависимость объема квазикристаллов Dps-ДНК от «недостающей» кон-турной

длины фрагмента ДНК ( $\langle L \rangle - L_{vis.}$ ). Линия демонстрирует линейную аппроксимацию. Перепечатано из [9], Копирайт (2021), с разрешения Эльзевир

Полученные результаты позволяют по-новому взглянуть на взаимодействие ДНК с Dps, в частности на организацию их комплексов и сокри-



сталлов, а также на механизмы выживания бактерий в неблагоприятных условиях.

### *Список использованной литературы*

1. A. Martinez, R. Kolter, Protection of DNA during oxidative stress by the nonspecific DNA-binding protein Dps., *Journal of Bacteriology*. 179 (1997) 5188–5194. <https://doi.org/10.1128/jb.179.16.5188-5194.1997>.
2. S. Nair, S.E. Finkel, Dps Protects Cells against Multiple Stresses during Stationary Phase, *Journal of Bacteriology*. 186 (2004) 4192–4198. <https://doi.org/10.1128/JB.186.13.4192-4198.2004>.
3. M. Almirón, A.J. Link, D. Furlong, R. Kolter, A novel DNA-binding protein with regulatory and protective roles in starved *Escherichia coli*., *Genes Dev.* 6 (1992) 2646–2654. <https://doi.org/10.1101/gad.6.12b.2646>.
4. A. Moiseenko, N. Loiko, K. Tereshkina, Y. Danilova, V. Kovalenko, O. Chertkov, A.V. Feofanov, Y.F. Krupyanskiy, O.S. Sokolova, Projection structures reveal the position of the DNA within DNA-Dps Co-crystals, *Biochemical and Biophysical Research Communications*. 517 (2019) 463–469. <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2019.07.103>.
5. Y.T. Sato, S. Watanabe, T. Kenmotsu, M. Ichikawa, Y. Yoshikawa, J. Teramoto, T. Imanaka, A. Ishihama, K. Yoshikawa, Structural Change of DNA Induced by Nucleoid Proteins: Growth Phase-Specific Fis and Stationary Phase-Specific Dps, *Biophysical Journal*. 105 (2013) 1037–1044. <https://doi.org/10.1016/j.bpj.2013.07.025>.
6. P. Ceci, L. Mangiarotti, C. Rivetti, E. Chiancone, The neutrophil-activating Dps protein of *Helicobacter pylori*, HP-NAP, adopts a mechanism different from *Escherichia coli* Dps to bind and condense DNA, *Nucleic Acids Res.* 35 (2007) 2247–2256. <https://doi.org/10.1093/nar/gkm077>.
7. R. Kamyshinsky, Y. Chesnokov, L. Dadinova, A. Mozhaev, I. Orlov, M. Petoukhov, A. Orekhov, E. Shtykova, A. Vasiliev, Polymorphic Protective Dps–DNA Co-Crystals by Cryo Electron Tomography and Small Angle X-Ray Scattering, *Biomolecules*. 10 (2020) 39. <https://doi.org/10.3390/biom10010039>.
8. L.A. Dadinova, Y.M. Chesnokov, R.A. Kamyshinsky, I.A. Orlov, M.V. Petoukhov, A.A. Mozhaev, E.Y. Soshinskaya, V.N. Lazarev, V.A. Manuvera, A.S. Orekhov, A.L. Vasiliev, E.V. Shtykova, Protective Dps–DNA co-crystallization in stressed cells: an in vitro structural study by small-angle X-ray scattering and cryo-electron tomography, *FEBS Letters*. 593 (2019) 1360–1371. <https://doi.org/10.1002/1873-3468.13439>.
9. E.V. Dubrovin, L.A. Dadinova, M.V. Petoukhov, E.Yu. Soshinskaya, A.A. Mozhaev, D.V. Klinov, T.E. Schäffer, E.V. Shtykova, O.V. Batishchev, Spatial organization of Dps and DNA–Dps complexes, *Journal of Molecular Biology*. 433 (2021) 166930. <https://doi.org/10.1016/j.jmb.2021.166930>.

*Ведущий научный сотрудник кафедры физики полимеров и кристаллов Е. В. Дубровин*



## ФИЗИКИ МГУ СМОДЕЛИРОВАЛИ ЛАЗЕРНЫЙ НАГРЕВ ОПУХОЛИ С ВНЕДРЕННЫМИ НАНОЧА- СТИЦАМИ КРЕМНИЯ

Сотрудники кафедры общей физики и молекулярной электроники и их коллеги из Нижнего Новгорода исследовали возможность использования кремниевых наночастиц для терапии раковых опухолей на примере узелковой базальноклеточной карциномы — часто встречающегося заболевания кожи человека. Учёные моделировали процесс локальной гипертермии: это прицельный нагрев тканей до таких температур, при которых новообразование погибает. С помощью математических расчётов было показано, что кремниевые наночастицы могут усиливать нагрев опухоли, а значит приводить к ее адресному уничтожению. Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда. Результаты работы опубликованы в журнале *Photonics*. «Numerical Simulation of Enhancement of Superficial Tumor Laser Hyperthermia with Silicon Nanoparticles».

Известно, что при нагреве выше определённой температуры клетки организма повреждаются или разрушаются. Если удастся осуществить локальную гипертермию (то есть нагревать только лишь злокачественные ткани без ущерба здоровым), то нежелательные клетки будут «точно выжигаться» под воздействием лазера. «Чтобы лазерное излучение поразному влияло на больные и на здоровые ткани, нужно изменить их оптические характеристики. Ведь если просто светить лазером на опухоль, находящуюся в объеме здоровой ткани, то они обе будут повреждаться из-за близких значений характеристик рассеяния и поглощения света. Один из способов повлиять на это — ввести кремниевые наночастицы в опухоль. Тогда наночастицы изменят оптические свойства опухолевой ткани, она будет сильнее поглощать лазерное излучение, а значит сильнее нагреваться. Благодаря хорошей биосовместимости кремниевых наночастиц их можно использовать для этих целей» — рассказывает доцент кафедры общей физики и молекулярной электроники, к. ф.-м. н. Станислав Васильевич Заботнов.

Для того, чтобы подобрать оптимальные параметры лазерного воздействия, учёные использовали компьютерное моделирование. В данной работе оно производилось в три этапа. Сперва моделировались оптические характеристики наночастиц и тканей, рассчитывались их коэффициенты рассеяния и поглощения — это первый, подготовительный этап. Второй этап — это расчёт поглощения излучения, то есть рассматривалось, как распределяется энергия падающего лазерного луча в объеме опухоли и здоровой ткани. На третьем этапе по данным о распределении

поглощенной энергии переходили к расчёту нагрева в каждой конкретной точке модельного объекта. В итоге получилась трёхмерная картина, на которой видна температура каждого участка ткани после воздействия лазерного излучения.

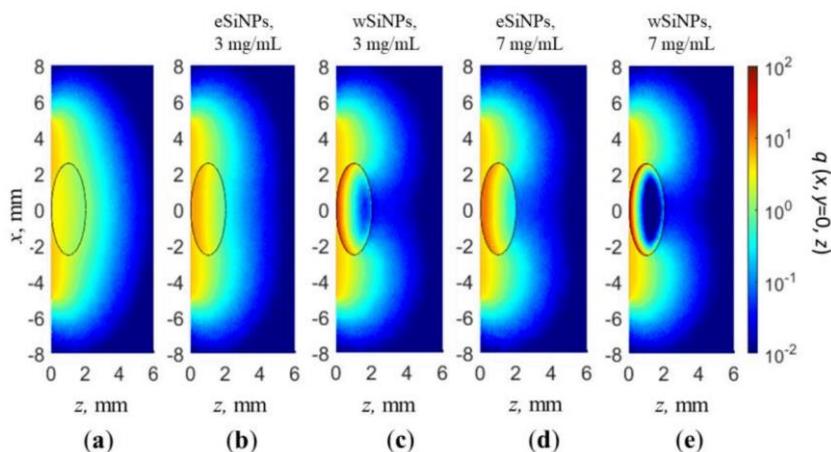


Рис. 1. Карты поглощения энергии падающего энергии лазерного излучения в модельном объекте для (а) опухоли без наночастиц, (б-е) опухоли с наночастицами.

Задачей исследования было не просто смоделировать весь процесс, но и подобрать оптимальные параметры лазера, которым облучают опухоль. Например, учёные выяснили, что оптимальный размер лазерного пучка должен быть примерно равен диаметру облучаемой опухоли. Важно отметить, что глубина проникновения анализируемого лазерного излучения красного цвета в ткани организма не более 1 см – это значит, что опухоль должна располагаться близко к поверхности, непосредственно под верхними слоями кожи. В качестве модельного объекта была выбрана базальноклеточная карцинома, удовлетворяющая этому условию. По результатам моделирования был показан достаточный температурный контраст (до  $5^{\circ}\text{C}$ ) между клетками опухоли и окружающими клетками здоровой ткани. Это делает возможным уничтожение карциномы при превышении температуры  $42^{\circ}\text{C}$  в результате нагрева лазерным лучом, в то время как здоровые ткани останутся практически целыми при меньших температурах.

Моделирование производилось для двух типов кремниевых наночастиц: одни были изготовлены в воде, а другие в этаноле. Метод изготов-

ления кремниевых наночастиц называется лазерной абляцией — это процесс удаления вещества с поверхности облучаемой мишени. В качестве мишени использовались предварительно изготовленные кремниевые нанонити. В таких нанонитях атомы кремния слабо связаны друг с другом, а значит лазеру проще «выбивать» кремний с их поверхности. Вдобавок у таких нитей невысокая теплопроводность: всё это позволяет получать нужное количество наночастиц быстрее и в больших объемах, чем если бы абляции подвергался кристаллический кремний.

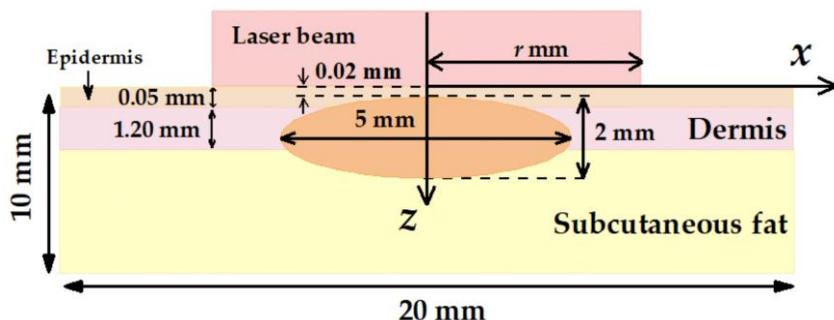


Рис. 2. Схема многослойной модели кожи человека опухолью, использованная в моделировании.

«Ранее нами были экспериментально получены так называемые водные и этанольные суспензии наночастиц, данные об их размерах и оптических свойствах были использованы для компьютерного моделирования. У этих двух типов наночастиц разные оптические характеристики: водные суспензии наночастиц и поглощают лучше, и рассеивают лучше, а этанольные напротив: хуже поглощают и хуже рассеивают. В результате моделирования оказалось, что для нашей задачи больше подходят этанольные суспензии наночастиц, потому что они позволяют излучению глубже проникнуть в ткань из-за меньшего рассеяния, и в итоге опухоль сильнее нагревается» — рассказала выпускница аспирантуры физического факультета МГУ, первый автор статьи Ольга Игоревна Соколовская.

Полученные результаты являются необходимым шагом перед проведением реальных экспериментов как на тканевых фантомах, так и на живых организмах. В ближайшем будущем планируются экспериментальные работы с использованием агаровых фантомов биотканей — они позволят смоделировать ткани организма и их нагрев в зависимости от введения кремниевых наночастиц.



*Сотрудники и аспиранты группы нанофотоники (слева направо): С.В. Заботнов, А.И. Ефимова, А.М. Шарафутдинова, Л.А. Головань, А.В. Колчин, Д.В. Шулейко, О.И. Соколовская*

*Физический факультет МГУ, кафедра общей физики  
и молекулярной электроники.*

*Подготовлено Медиацентром физического факультета МГУ.  
[https://phys.msu.ru/rus/news/archive\\_news/28709/](https://phys.msu.ru/rus/news/archive_news/28709/)*

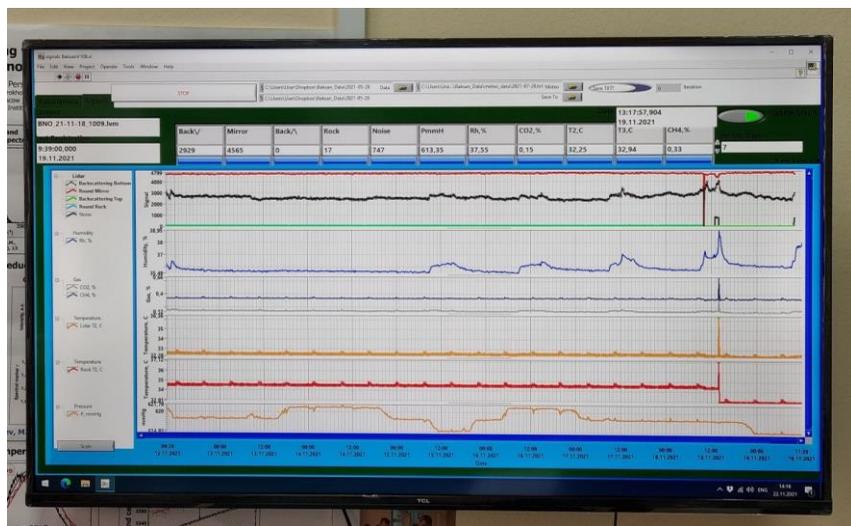
## **РЕВЕРСИЯ КОНВЕКЦИИ В ГОРЯЧЕМ ТОННЕЛЕ НАД ОЧАГОМ ВУЛКАНА ЭЛЬБРУС**

Ученые Института общей физики РАН под руководством главного научного сотрудника института, доктора физико-математических наук Сергея Першина обнаружили новое явление: циркуляция воздуха в тоннеле над очагом вулкана Эльбрус обратна общепринятой и противоречит закону Архимеда. Объясняется такая реверсия циркуляции поступлением в тоннель-турик горячих и тяжелых вулканических газов из очага вулкана Эльбрус.



Горячие газы из очага вулкана поступают в тоннель по трещинам, нагревают его основание примерно до  $40^{\circ}$  Цельсия и запускают циркуляцию воздуха. Однако не обычную, тривиальную циркуляцию, которая, согласно закону Архимеда, формируется в обитаемом помещении, особенно зимой, с включенными элементами обогрева под окнами: теплый воздух поднимается вверх, перемещается у потолка и опускается у двери. В нашем случае, несмотря на горячее основание тоннеля, циркуляция воздуха запускается в обратном направлении (реверс): «холодный» (примерно  $30^{\circ}$  Цельсия) воздух из штольни, в которую выходит тоннель, втягивается в тоннель под его сводом, опускается у глухой стены к основанию и стекает вниз к выходу из тоннеля. Инверсия температуры, когда холодный воздух выше горячих газов у основания тоннеля, указывала на еще одну аномалию с нарушением закона Архимеда. Обнаруженная учеными ИОФ РАН реверсивная циркуляция перемешивает аэрозоли, выносимые газами из очага вулкана, что маскирует вулканическую активность и затрудняет поиск предвестников извержения и, возможно, землетрясения лазерным радаром-лидаром.

Физика открытого явления обсуждается ниже и обосновывает наблюдаемые аномалии.



В Институте общей физики им. А.М. Прохорова установлен монитор, который в режиме реального времени отображает сигналы, измеряемые оборудованием в «горячем» тоннеле Баксанской нейтринной обсерватории, сверху вниз: сигналы аэрозольного рассеяния (красная, черная и зеленая линии), влажность воздуха (синяя линия), концентрации метана и углекислого газа в воздухе (темно-синяя и серая линии), температура воздуха (толстые красная и оранжевая линии), атмосферное давление (тонкая оранжевая линия)

#### Физика явления такова

Тоннель с глухой стеной находится над очагом вулкана Эльбрус, под горой Андырчи, в 20 км от кратера вулкана Эльбрус, в конце штольни Баксанской нейтринной обсерватории, на удалении примерно 4 тыс. м от входа в штольню [Pershin S.M., et al., *Laser Phys. Lett.* 17 (11), 115607 (7 pp), (2020)]. Горячие газы вулкана поступают по трещинам в тоннель и нагревают его основание примерно до 40°. Легкие и летучие вулканические газы (водород, гелий, метан) перемешиваются с воздухом и охлаждаются до средней температуры. Напротив, тяжелые магматические газы (радон, углекислый газ, оксид серы, сероводород) тонут в воздухе и формируют у основания тоннеля слой горячих и тяжелых газов. Например, радон ( $^{222}\text{Rn}$ ) тяжелее воздуха в 7,6 раза и тонет в воздухе, как «железка» в воде. Из-за малой вязкости и большой плотности эти газы стекают вниз по наклонному основанию от глухой стены к выходу тоннеля в штольню Баксанской нейтринной обсерватории. Сток тяжелых газов со-



здает у глухой стены разряжение, которое втягивает «холодный» (примерно  $30^\circ$ ) воздух из штольни под сводом тоннеля. Этот поток достигает глухой стены, опускается к основанию тоннеля, увлекается тяжелыми газами, стекает вниз и замыкает реверсивную циркуляцию в обратном направлении. Формируется аномальный градиент температуры с холодным воздухом сверху, то есть наблюдается инверсия температуры по вертикали.

Физически ясно, что такая ситуация с инверсией температуры создает условия для формирования неустойчивости Релея–Тейлора, нарушение которой будет активно перемешивать аэрозоли в тоннеле. Например, при сокращении выхода тяжёлых газов у основания и снижения их объёма слой холодного и более плотного воздуха будет выше теплого воздуха меньшей плотности.



*«Горячий» тоннель Геофизической лаборатории №2 ИФЗ РАН в Баксанской нейтринной обсерватории. Зелёный пучок — визуализатор трассы лидарного зондирования аэрозолей*

Ранее авторами [Першин С. М. и др., Письма в ЖЭТФ, 94(2), 125 (2011)] была обнаружена реверсия конвекции, индуцированная неустойчивостью Релея — Тейлора, в ограниченном объёме воды. Так при изменении знака вертикального градиента плотности при пассивном (от окружающего воздуха) нагреве или охлаждении воды в окрестности температуры максимальной плотности ( $\sim 4^\circ\text{C}$ ) наблюдалась остановка конвекции и запуск циркуляции в обратную сторону.

Открытая ИОФ РАН реверсия циркуляции в тоннеле поддерживается теплом вулкана и потому неостановима в условиях поступления тяжёлых горячих газов. Существенно то, что она разрушает стабильные условия в тоннеле, которые необходимы для мониторинга активности вулкана



с целью поиска предвестников извержения или землетрясения лазерным радаром по вариации выносимых газами аэрозолей. Было установлено, что основным фактором флуктуации аэрозолей является туман на границе контакта теплого и холодного слоя воздуха.



*Оптический приемо-передающий блок уникального компактного аэрозольного лидара, прототип которого был первым лидаром (лидаром РАН), доставленным на поверхность Марса миссией НАСА (США)*

*[[https://mars.nasa.gov/internal\\_resources/818/page 52](https://mars.nasa.gov/internal_resources/818/page%2052)]. Справа налево: объектив приемника (одnofотонного лавинного фотодиода), объектив передатчика (импульсного диодного лазера), вспомогательный лазер-целеуказатель*

Мы предложили и протестировали оригинальный способ экранировки трассы зондирования от циркуляции «чужих» аэрозолей и их образования для повышения чувствительности мониторинга. Мы «погрузили» пучок лидара в слой тяжелых газов параллельно основанию тоннеля и отметили значительное снижение флуктуаций сигнала лидара.

Исследования поддержаны грантом Российского научного фонда №19–19–00712.



*Главный научный сотрудник ИОФ РАН, д.ф.м.н.  
выпускник физфака МГУ 1972 г. Першин С. М.*



## ПОБЕДА НА КОНКУРСЕ — «СТУДЕНЧЕСКИЙ ПРОФСОЮЗНЫЙ ЛИДЕР МГУ»

В ноябре 2022 года в Московском университете проходил конкурс «Студенческий профсоюзный лидер МГУ», организованный Объединенным профсоюзным комитетом университета.

Команда студенческого профкома физфака (капитан — Серафима Самченко, Арсений Шуров, Марк Арзангулян и Сергей Клушин) сражалась с командами шести факультетов. Соревнование состояло из двух этапов, в течение которых студенты поучаствовали в восьми конкурсах. «Автопортрет» - представление команды и рассказ о проектах Профкома. Правовые конкурсы «Блиц» и «2 к 1», где участникам задавались вопросы на знание правовых документов в сфере образования. Конкурсы «Профтест» и «Правовое ориентирование» были направлены на разрешение сложных правовых ситуаций, с которыми студенты обращаются в Профком. Кроме того, команда участвовала в конкурсе на информационное освещение и готовила информационный плакат на профсоюзную тематику. Самым зрелищным оказался конкурс «Управленческие поединки», где студенты соревновались в аргументации на заданные ситуации.

По результатам конкурсов Профком студентов физфака занял 1 место в командном зачёте, а капитан команды Серафима Самченко одержала победу в личном зачёте!





Поздравляем наших ребят с победой и желаем им дальнейших успехов!

Весной команда Профкома студентов физического факультета будет представлять Московский университет имени М. В. Ломоносова в конкурсе на звание лучшего профбюро Москвы.

Пожелаем нашей команде победы в конкурсе!

*Ерохина Мария, 4 курс*

## АТОМНАЯ БОМБА ЮАР

Лидеры пяти ядерных держав (Китайская Народная Республика, Российская Федерация, Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии, Соединенные Штаты Америки и Французская Республика) выпустили совместное заявление о предотвращении ядерной войны и недопущении гонки вооружений.



Текст документа 03.01.2022 г. опубликован на сайте Кремля — <http://www.kremlin.ru/events/president/news/67551>. В МИД РФ уточнили, что инициатором создания документа выступила Российская Федерация. Эта деятельность РФ не является напрасной и бесперспективной.

Ниже рассказывается о положительном примере международной деятельности по ограничению распространения ядерного оружия.

*Главный редактор*

ЮАР (до 1961 г. Южно-Африканский союз) — страна, богатейшая ресурсами. Добычу урана здесь начали в 1952 г., а уже к концу 50-х на 26 рудниках добывалось 5900 т урановой руды в год (15–17 % мирового рынка), причем уран шел как побочный продукт добычи золота, и, в небольшой степени — меди [1, стр. 67]. Только в США ЮАР продала около 40 тысяч тонн оксида урана, выручив за это 450 миллионов долларов.

В 1957 г., аналогично Израилю, Пакистану или Ирану, ЮАР воспользовалась американской программой «Атом для мира», заключив договор на покупку легководного исследовательского ядерного реактора SAFARI-1 (что расшифровывается как «South African Fundamental Atomic Research Installation») и 104 кг 93 % урана-235. В США также было обучено 88 сотрудников для обслуживания реактора. В 1959 г. для размещения реактора решили построить ядерный центр в Пелиндабе, в 40 км юго-западнее столицы Претории.



*Ядерный центр в Пелиндабе. <https://zvezdaweekly.ru/news/20206301332-qE2Yj.html>*

18 марта 1965 г. здесь состоялся пуск SAFARI-1, а к 1968 г. его мощность была увеличена с 7 до 20 МВт, путем введения охлаждения жидким натрием и за счёт других модернизаций. В 1967 г. ЮАР построила тяжеловодный реактор SAFARI-2, могущий работать на природном уране, однако через два года закрыла этот проект, так как он требовал



слишком много ресурсов. Необходимость обогащать уран до 45 % для SAFARI-1 заставила южноафриканцев задуматься над строительством соответствующего завода. Вскоре (1974 г.) в Валинбаде, в 35 км от Претории, был пущен Y-Plant (завод «Y») по обогащению урана. На этом заводе атомщики ЮАР применили уникальный метод аэродинамического разделения изотопов урана (вихревое «сопло Беккера»). Кстати, именно этим обстоятельством Претория потом объясняла, почему она противилась допускать на тот завод инспекторов МАГАТЭ.

Между тем в соседних Анголе (с 1961 г.) и в Мозамбике (с 1964 г.), выбравшими социалистическую ориентацию, шли боевые действия, в которых участвовали в том числе и кубинские части, а также советские военные советники. В оккупированной ЮАР-овцами Намибии, где добывался уран, совершали диверсии партизаны, подготовленные на территории Анголы. Претория была убеждена, что находится в кольце врагов, а Советский Союз руками своих сателлитов готовится захватить их страну, богатую алмазами, золотом, ураном.

Уже в 1969 г. тогдашний глава кабинета министров Карл де Вет дал добро на предварительное изучение вопросов, связанных с производством ядерного оружия, и открыто объявил о начале программы «мирных ядерных испытаний». По всей вероятности, осуществление чисто военных программ началось в ЮАР в 1974 г., когда новый премьер-министр Форстер распорядился строго засекретить все ядерные работы, проводя их под прикрытием различных «мирных» программ, вроде строительства рудников. Кстати, факт подготовки к испытанию ядерного оружия в Калахари, накопления оружейного урана и разработки руды в Намибии был установлен советским разведчиком Алексеем Михайловичем Козловым\*, работавшим в ЮАР под именем гражданина ФРГ Отто Шмидта — торговца оборудованием для химчисток. В соседней с ЮАР Малави, в г. Блантайр, в клубе для белых в конце 1970-х гг. Козлов познакомился с пожилой немкой, работавшей секретаршей генерального директора центра в Палиндабе и находившейся уже на пенсии. Она выболтала разведчику, как в декабре 1976 г. в Палиндабе обмывали шампанским изготовление первой ядерной бомбы. Позже эту информацию подтвердил коммодор Дитер Герхардт, командир военно-морской базы Саймонстаун на западе Капской области и по совместительству резидент ГРУ, разоблаченный в 1983 г. После освобождения из тюрьмы Герхардт поселился в Швейцарии. В феврале 1994 г. он сообщил Десмонду Блоу из газеты Johannesburg City Press, что в ходе совместной израильско-южноафриканской операции под кодовым названием «Феникс» было осуществлено испытание ядерного оружия.



*А.М. Козлов (фото 1970-х). <https://zvezdaweekly.ru/news/20206301332-qE2Yj.html>*

Ещё в 1977 г. многие СМИ писали, что Израиль и ЮАР заключили соглашение, по которому первый поставлял в Южную Африку ряд военных технологий и материалов. В 1977 г. Израиль продал в Южную Африку 30 граммов трития в обмен на 50 тонн урана, а позже оказывал большую помощь в сборке баллистических ракет RSA-3 и RSA-4 на базе израильских ракет «Шавит» и «Иерихон».

Для испытания ядерного оружия в пустыне Калахари, где обитали только бушмены, в течение 1975–1976 гг. появился один из самых маленьких в мире (всего 700 км<sup>2</sup>) ядерный полигон. В окрестностях авиационной базы Ваурап были пробурены две шахты глубиной 385 и 216 метров и диаметром около метра. Проведение испытания было назначено на 1977 г. Ранее, в 1974 г., аналогичное испытание провела Индия, и в ЮАР думали, что большого шума из-за этого не будет, но жёстко просчитались.

В конце июля 1977 г. советский спутник «Космос-922» (фоторазведчик «Зенит-2М») заметил приготовления к испытанию. Москва уже 6 августа информировала об этом Вашингтон. Разразился международный скандал. Хотя Претория всё отрицала, ей всё же пришлось под давлением СССР, США и Франции отказаться от своих намерений.

4 ноября того же года Совет Безопасности ООН принял резолюцию 418, которая вводила эмбарго на поставку оружия в Южную Африку и призывала все государства воздержаться от сотрудничества с ЮАР в сфере производства и развития ядерного оружия. Франция пригрозила



разорвать контракт с ЮАР на поставку ядерных реакторов для АЭС Koeberg. Срыв испытания привёл, по мнению американского подполковника Роя Хортон, автора книги о ядерном оружии ЮАР «Out of South Africa: Pretoria' Nuclear Weapons Experience», к переориентации ядерной программы ЮАР с изучения ядерной взрывчатки на разработку сил сдерживания. Руководство программой было передано ARMSCOR — Южноафриканской оружейной компании. Специалисты ARMSCOR собрали первую ядерную бомбу для «холодного» испытания на объекте Circle, недалеко от Претории, только через 2 года. Из-за строжайшего режима секретности и малого количества привлечённых специалистов (всего 35 человек из 100 трудившихся на объекте Circle) скорость работ сильно тормозилась. В конце 1979 г. в Пелиндабе было создано второе взрывное устройство, имплозивного типа. Проблема, однако, состояла в том, что бомбу можно было взрывать только на месте, она была не транспортабельна на легких самолетах и небольших ракетах, имевшихся в ЮАР, из-за своего большого веса (3 т).

Испытание первого в истории ЮАР ядерного взрывного устройства произошло в 1979 г. и вошло в историю как «инцидент Вела» [2].

На стыке Индийского и Атлантического океанов, примерно на полпути между южной оконечностью Африки и Антарктидой в 2500 км от побережья Южной Африки, затерялся крошечный остров Буве. 22 сентября 1979 г., около 00:53 по Гринвичу, траектория американского спутника Vela 6911, предназначенного для обнаружения советских ядерных испытаний, пролегла над этим островом. Vela 6911 был одним из серии спутников Advanced Vela, запущенный 23 мая 1969 г. (перигей 77081 км, апогей 145637 км, наклон 61,6°), и, таким образом, он находился на орбите более десяти лет. Установленные на спутнике два кремниевых фотодиодных датчика, «бангметра», зарегистрировали двойную яркую вспышку (выдав сигнал Alert 747). Такие вспышки характерны для ядерных взрывов: первая длится 1 миллисекунду, а вторая от сотен миллисекунд до нескольких секунд, в зависимости от мощности взрыва. Это явление возникает из-за того, что поверхность огненного шара накрывается расширяющейся ударной волной, которая, действуя как затвор фотоаппарата, прячет горячий огненный шар за своим непрозрачным ионизированным фронтом. Судя по силе вспышек, это мог быть ядерный взрыв мощностью 2–3 килотонны. «Бангметры» не были остронаправленными датчиками и не могли точно определять местоположение. Поскольку спутник отработал свой срок службы, его датчик электромагнитных импульсов (ЭМИ) уже не работал, и никакого излучения не было обнаружено. И первоначально даже предполагали, что в спутник попал микрометеорит. Но Лабораторией военно-морских исследований США были обнаружены



акустические волны в океане от островов Принца Эдуарда и отраженные от хребта Скотия в Антарктике и антарктического шельфового ледника. Их интенсивность соответствовала небольшому ядерному взрыву на поверхности океана или на небольшой глубине. Радиотелескоп в Аресибо, Пуэрто-Рико, обнаружил ионосферное возмущение утром 22 сентября 1979 г., чего исследователи никогда раньше не наблюдали. Мощные взрывы могут создать ионосферные возмущения в результате распространяющейся вверх ударной волны.

Администрация США держала инцидент в секрете до 25 октября 1979 г., пока репортер телеканала ABC Джон Скали не пересказал эту историю после того, как был проинформирован представителями Пентагона. В репортаже прямо говорилось об испытаниях ядерного оружия, хотя в районе острова Буве не было зафиксировано ни повышения радиоактивного фона, ни сейсмической активности, которая обычно сопровождает ядерный взрыв. Мир понял, что клуб стран — обладателей ядерного оружия может пополниться 8-м членом — Южно-Африканской Республикой. Потомки буров долго делали вид, что не понимают, о чём идёт речь, следуя примеру своих израильских партнёров по ядерному бизнесу, не признающих, но и не отрицающих наличия у них ядерного оружия. Только в 1997 г. в статье от 20 апреля, опубликованной в израильской ежедневной газете *Ha'aretz*, заместитель главы МИД ЮАР Азиз Пахад признал, что это был ядерный взрыв. В статье говорилось, что Израиль помог Южной Африке в разработке конструкции бомбы в обмен на 550 тонн необогащенного урана и другую помощь.

В 1982 г. корпорация ARMSCOR завершила разработку первой технологичной модели атомной бомбы «пушечного» типа, уменьшив её вес в 5 раз. Она получила название «Sabot». В год ЮАР могла производить по 1–2 заряда для таких бомб. Вес бомбы составлял 600 кг, длина — 1,8 м, диаметр — 0,65 м, а мощность — 10–18 кТ. Для безопасности бомба разделялась на 4 части: две ядерных, из высокообогащенного урана и две неядерных, составлявших аэродинамическую оболочку. В мае 1981 г. в ЮАР состоялось открытие объекта *Advena*, расположенного в 20 км западнее Претории. Здесь в двух неприметных зданиях в глубине комплекса ARMSCOR планировалась сборка ядерных зарядов, включая импловивные, мощностью до 100 кТ, предназначенных в т. ч. для ракетных носителей. Окончательно *Advena* вошла в строй только в 1989 г. В тех случаях, когда покупка нужного оборудования за рубежом оказывалась невозможной, ЮАР-овские бомбоделы находили оригинальные технические решения или модифицировали те изделия, которые не попадали под экспорт-контроль.



По разным данным, ЮАР на свою военную программу потратила от 680 млн до 7 млрд рандов (\$500 млн–\$5,1 млрд). Считается, что к 1990 г. ЮАР обладала 8 бомбами, собранными на объекте Advena. Также было построено хранилище на 17 «спецзарядов» [3]. Этот арсенал ЮАР пыталась продемонстрировать один только раз, в марте 1988 г, когда в ходе битвы при городе Квито-Кванавале ЮАР-овские войска стали терпеть жестокое поражение от ангольцев и кубинцев. Одна из шахт на базе Вастрап (**Примечание Главного редактора.** На марке, посвященной разведчику-нелегалу А. М. Козлову помещен указатель этой базы) была демонстративно подготовлена для ядерного испытания, а на аэродром прибыли бомбардировщики Saпberga переоборудованные под «спецбоеприпасы».

Однако к власти в ЮАР в сентябре 1989 г. пришел президент Фредерик де Клерк, затеявший демонтаж апартеида и решивший отказаться от ядерного оружия. Этому способствовало окончание войны на юге Африки и отвод 50-тысячной группировки кубинских войск от границ ЮАР. Кроме того, он хотел избавить страну от санкций и покончить с 15-летней международной изоляцией.

В июне 1990 г. началась разборка восьми «спецбоеприпасов» под присмотром наблюдателей МАГАТЭ, была уничтожена и техническая документация, которая помогла бы восстановить производство этого адского оружия. К сентябрю следующего года весь высокообогащённый уран был извлечён из боеприпасов и перевезён в Пелиндабу, где его довели до 3,25 % концентрации для использования в виде топлива АЭС Koeberg, построенной в 1984 г.

В июле 1991 г. ЮАР подписала Договор о нераспространении ядерного оружия, а в марте 1993 г. президент де Клерк публично объявил, что ЮАР полностью уничтожила свой ядерный потенциал.

Это был первый и пока единственный случай, когда государство, сумевшее обрести атомную бомбу, от нее отказалось.

### *Литература*

1. Атомный эксперт, 2017 № 5(56).
2. С. Херш. «The Samson option». Random House. 1991.
3. А. Дж. Вентер. «How South Africa built six atom bombs». Ashanti. 2008.

*Лукашик В.*



**\*Примечание Главного редактора.**



*Алексей Михайлович Козлов (1934–2015) — Герой России, полковник Службы внешней разведки. Его жизнь — пример жизни Защитника Отечества. Его участие в некоторых операциях рассекречено, описание можно найти в сети — лучше любого детектива. Интервью с ним:*  
<https://zvezdaweekly.ru/news/20206301332-qE2Yj.html>

## ЗАЩИЩАЯ ОТЕЧЕСТВО

### *23 февраля — День защитника Отечества*

*К празднику — несколько рассказов о поступках настоящих защитников Отечества. Эта заметка о том, какие нелегкие задачи стоят порой перед защитниками.*

### *Спас 300 сослуживцев и эсминцев*

В конце 2021 г. в Японском море проходили совместные учения ВМФ России и ВМС Китая. Читателям рекомендую познакомиться с тем, как эти учения освещались в японской прессе, например, в газете «Асахи». Видимо, среди японцев многие разделяют взгляды 200 тысяч своих предков, оккупировавших Дальний Восток России и покинувших захваченную территорию в 1924 г.

Но не об этом речь, среди российских кораблей в учениях принимал участие корвет «Герой Российской Федерации Алдар Цыденжапов».

Кто же такой Алдар Цыденжапов?



24 сентября 2010 г. в машинном отделении эсминца Тихоокеанского флота «Быстрый» произошел разлив топлива и его воспламенение. Алдар и его сослуживцы отключили энергоустановку корабля, перекрыли утечку топлива. Алдар девять секунд находился в центре пожара.

Этого было достаточно, чтобы предотвратить взрыв эсминца и гибель экипажа — около 300 человек. При тушении пожара пострадали пять моряков, которые были госпитализированы. От полученных ожогов скончался Алдар Цыденжапов.





Звание Героя Российской Федерации посмертно Алдару Баторовичу Цыденжапову было присвоено Указом Президента РФ 16 ноября 2010 г.

В 2015 г. на Амурском судостроительном заводе был заложен корвет «Герой Российской Федерации Алдар Цыденжапов».

### *Отец, сын и воинский долг*

В июне 1942 г. катастрофическая ситуация сложилась в Севастополе. После того как один за другим погибли транспорты «Сванетия», «Абхазия», «Грузия», «Белосток», все снабжение окруженного Севастополя осуществляли боевые корабли, как более быстроходные и лучше вооруженные. В этот критический момент лидер «Ташкент» и эсминец «Безупречный» получили приказ немедленно, не дожидаясь темноты, доставить в Севастополь продовольствие, боеприпасы и пополнение.

Первым из Новороссийска в Севастополь вышел «Безупречный» — 26 июня 1942 г. На борту эсминца разместились 320 бойцов, шестнадцать медицинских сестер, 20 тонн боеприпасов и 15 тонн продовольствия. Около 18 часов 30 минут, когда «Безупречный» находился в 40 милях к югу от мыса Аю-Даг, на него налетела группа из двадцати бомбардировщиков «Ю-87» и «Ю-88». Маневрирование не помогло, и со второго захода две 250-килограммовые авиабомбы попали в эсминец, «Безупречный» потерял ход. С третьего захода еще три авиабомбы поразили неподвижный корабль. Корабль тонул, командир «Безупречного» Петр Максимович Буряк отдал приказ покинуть корабль. Летчики из пулеметов расстреливали людей. Тонущие с «Безупречного» отказались от помощи подошедшего лидера «Ташкент»: под бомбами погиб бы и лидер. (Представьте себе картину. Вы на борту лидера. А за бортом на волнах среди обломков корабля, пятен топлива сотни людей. Под пулеметным огнем. Из воды выныривает ваш друг с «Безупречного» и орет: «...! В Севастополь!» Бред, скажет читатель. При желании можно найти в сети ФИО тех, кто так кричал...) Да и приказ был «Ташкенту» — не останавливаться и следовать в Севастополь. Лидер «Ташкент» выполнил приказ — доставил боеприпасы, продовольствие, пополнение в погибающий Севастополь и вернулся в Новороссийск. Но об этом подвиге будет отдельный рассказ.

На следующий день подводные лодки М-112 и М-118 подобрали трех уцелевших моряков с «Безупречного». Погибло триста двадцать солдат, шестнадцать медицинских сестер, двести тридцать шесть моряков эсминца.

В числе погибших был сын командира корабля Володя, который служил на «Безупречном» юнгой, он погиб на глазах отца у зенитного автомата.



Перед походом жена П. М. Буряка просила оставить сына на берегу, просили сослуживцы и товарищи, но капитан третьего ранга командир «Безупречного» Петр Максимович Буряк отказался это сделать, так как считал, что отстранение сына перед опасным походом может негативно отразиться на боеспособности экипажа и помешает успешному выполнению приказа.

*Показеев К.В.*

## КРАСНОЕ ЗНАМЯ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ РОССИИ

Знамя занимает особое место в военном церемониале. Боевое знамя воинского формирования — символ его воинской чести, достоинства и славы. Боевое знамя является знаком, объединяющим воинскую часть и указывающим на ее принадлежность к вооруженным силам государства.

Самую значимую часть XX века Россия прожила под красным флагом. Ответ на вопрос, почему он такого цвета, многим казался однозначным. Когда советских детей принимали в пионеры, им развязывали: пионерский галстук — это частица Красного знамени, цвет которого символизирует кровь, пролитую в борьбе против угнетения, за свободу и счастье трудового народа.

Сейчас очень мало, кто вспоминает, но именно чиновники, которые готовили реформу 1861 г., первыми получили прозвище красных. Задолго до того, как Красное знамя развилось в Сормове на первомайской демонстрации в 1902 г. Первым, кто назвал их «красными», был Александр Второй. Так он писал о Милютине Дмитрие Алексеевиче, военном министре в 1861–1881 гг., который возглавлял теоретическую реформаторскую группу: «Милютин давно имеет репутацию красного и вредного человека, за ним нужно понаблюдать» (*Шестопалов А. П.*, 2004). Написал так Александр II потому, как поручить Милютину разработку реформы он поручил, но сам удивился от того, что граф Милютин там делает. Красного цвета было знамя Спартака, знамя восставших рабов, то есть самая бунтующая чернь поднимала красное знамя. Так как августейшие особы были все классически образованы, достаточно знали за античность, то августейшие особы помнили, что знамя бунтующих рабов было красным. Помимо того, крестьяне в средние века регулярно поднимали красное знамя. Пираты прибрежные во Франции и Англии, которые в годы Столетней войны от разорения спасались, тоже поднимали красное полотнище (*Жуков К. А.*, 2017), а не принятое в общественном сознании, с легкой руки английского писателя Роберта Льюиса Стивенсона, черный



флаг с известными атрибутами. Само его название «Веселый Роджер» происходит от французского *Joueux Rouge* (ярко-красный). И было это задолго до Французской революции. Опять же, для классического образования августейших особ это было вполне очевидно, и поэтому называли реформистскую группу — красные.

### *Символ власти*

С древних времен красный цвет был символом власти и могущества. Когда же Юлий Цезарь первым надел пурпурную тогу, то она стала обязательным для римских императоров облачением. И не случайно: красные красители были исключительно дорогими. То же было и во «Втором Риме» — в Византии. Так, сыновья императора, рожденные в период его правления, имели приставку к имени Багрянородный, в отличие от его же сыновей, родившихся до вступления самого кесаря на престол. Византийский император Константин VII Багрянородный стал крестным отцом княгини Ольги во время ее крещения в Константинополе в 955 г. Сохранялась эта традиция и позже, на протяжении веков красный цвет по-прежнему являлся прерогативой монархов и высшей знати. Парадные портреты августейших особ предстают если не в красном облачении, то обязательно на красном фоне. Только красный сургуч всегда использовался для монарших печатей, употребление подобной печати частными лицами было строжайше запрещено. На Руси красный цвет также считался цветом царской власти, государева печать ставилась только на красном сургуче. Соборное уложение 1649 г. царя Алексея Михайловича впервые вводило понятие «государственное преступление». И один из первых его видов — использование кем-либо, помимо царя и его приказных, красного оттиска. За это полагался только один вид казни — четвертование.

### *Французское наследие*

Переворот во всех прежних порядках и обычаях принесла Великая Французская революция конца XVIII в. С первых ее дней, когда толпы городского рабочего люда собирались на бурные сходки у королевского дворца, кто-то придумал размахивать куском красной материи над головой. Дерзкий жест был с удовольствием подхвачен: это был знак бунта, неподчинения королю. Митингующие говорили ему: «Ну, вот твой красный цвет... И что ты с нами можешь сделать?» Кроме того, у престолюдинов появилась мода на красные — «фригийские» — колпаки, подобные тем, что в Древнем Риме носили отпущенные на волю рабы. Так люди хотели показать: теперь мы свободны.



Самая радикальная группировка, якобинцы, во главе с Робеспьером, сделала красный флаг своим «фирменным знаком». Они собирали под ним обитателей парижских трущоб, натравливая их на своих политических противников. Однако, когда якобинцы сами захватили власть, они отказались от отдельного «ультраревOLUTIONIONНОГО» флага и приняли уже существовавший сине-бело-красный триколор.

Именно со времен Французской революции красный флаг стал символом недовольства властями действия, борьбы против существующих порядков.

Так или иначе, сами французы вспомнили о «бунташном» кумаче только через полвека, в 1848 г., когда в стране вспыхнула очередная революция. К власти пришла промышленная буржуазия, но парижская «улица», прежде всего вооруженные рабочие, настойчиво пыталась диктовать свои требования — обеспечить право на труд, ликвидировать безработицу и т. д. И еще одно: изменить национальный флаг: вместо трехцветного — красный. Практически все было выполнено, но, когда дело дошло до, казалось бы, самого незначительного — флага, власти уперлись. И только после бурных дебатов, под мощным давлением восставших удалось договориться: старое знамя оставалось, но на синюю полосу пришивался красный кружок — розетка. Рабочие считали это своей большой победой, буржуазия же — знаком опасности, эмблемой социализма, смириться с которой она не могла. Революция вскоре была подавлена, а розетка ликвидирована. Но с этого времени красный цвет стал не просто символом бунта, а социальной революции. Именно поэтому в марте 1871 г. Парижская Коммуна уже безоговорочно сделала красное знамя своим официальным символом на 72 дня.

### *Под знаменем революции*

Однако подлинное признание алое полотнище обрело в России, хотя принято оно было довольно поздно — российские бунтари никогда не использовали красных флагов. Ведь ни одно народное выступление не было формально направлено против царя — массы людей никогда не поднялись бы против «помазанника Божьего». Поэтому каждый вожак объявлял себя либо «чудом спасшимся» царем или царевичем, либо «большим воеводой», которого послал сам государь, чтобы покарать притеснителей народа. И лишь в начале XX в., после дискредитации царской власти в результате Кровавого воскресенья 9 января 1905 г., в стране начались «красные бунты».

Красный флаг подняли матросы, восставшие в июне 1905 г. на броненосце «Князь Потемкин-Таврический» (за это монархическая пресса сразу же окрестила их «пиратами»).



Красными стягами и транспарантами оказались расцвечены многотысячные митинги, колонны демонстрантов во время начавшейся первой русской революции. В этом был заложен двойной смысл: они символизировали кровь невинных жертв, пролитую царскими карателями 9 января, и — вызов официальной власти со стороны тех, кто поднялся на борьбу за социальную справедливость.

Во время декабрьского вооруженного восстания в Москве, которое считается высшей точкой этой революции, практически на всех баррикадах развеивались красные стяги. И Пресню стали называть Красной — еще до кровавого разгрома рабочих дружин правительственными войсками.

С первых дней Февральской революции 1917 г. Петроград стал «красным» — транспаранты, банты, повязки, флаги. Понять события февраля 1917 г. можно только в том случае, если учитывать, что внутри этого периода было три процесса. Первая попытка тихой буржуазной революции крупного капитала, очень похожей на государственный переворот, которая предпринималась группой либеральных политиков (*Яковлев Е. Н.*, 2016) во главе с Гучковым, Милюковым и близких к ним промышленников (к этому заговору отчасти примыкал армейский генералитет и союзники по Антанте). Вторая революция — предпринималась социал-демократами, во главе с А. Ф. Керенским, которая пыталась создать в России буржуазную республику и контролировать массы, но при сохранении тактического союза с буржуазными партиями, с кадетами и октябристами. И третья революция, без которой нельзя понять принимаемые представителями власти решения — это очень близкое к анархическому движение солдатских и рабочих масс в Петрограде, которое не подчинялись, или в большей степени не подчинялись, представителям ни из одного, ни из другого политического лагеря (*Яковлев Е. Н.*, 2016). Что же привело к данному анархическому движению? История Февраля не может быть понята вне финансового кризиса, в котором находилась в тот момент Российская империя. К февралю 1917 г. военные расходы России составили порядка 30 миллиардов рублей. Из этих 30 миллиардов, порядка 6,3 миллиарда были заняты у союзников. Главным кредитором Российской империи была Великобритания (*Яковлев Е. Н.*, 2016), которая давала кредиты неохотно и не на самых дружеских условиях. Самый крупный кредит, сделанный в сентябре 1915 г., имел ставку на один процент выше, чем у других заемщиков Англии. Кроме того, по этому кредиту Англия выторговала себе право контролировать все военные заказы, которые будут оплачены этими деньгами. В результате этих действий Россия утратила часть своего суверенитета. Это имело серьезные последствия, поскольку англичане передавали эти заказы США, не допускали русских представителей к финансовой отчетности, что осложнило отно-



шение с англичанами. Помимо внешнего долга, занятого во время войны, у России был еще внешний долг, занятый до первой мировой войны. Тогда главным кредитором России была Франция (*Яковлев Е. Н.*, 2016). Совокупный долг к 1917 г. составил более 11 миллиардов рублей, был самым крупным внешним долгом среди держав Антанты. Царскому правительству удалось привлечь для покрытия военных нужд внутренний займ от населения, он составил 7,5 миллиарда рублей, что было очень мало, всего 25 % от военных расходов. Это свидетельствует о бедности населения, а также о его нежелании давать государству в долг. Остальные средства государству пришлось добирать, включив печатный станок, и печатать ничем не обеспеченные деньги. Это привело к увеличению денежной массы и галопирующей инфляции (*Яковлев Е. Н.*, 2016), т. е. цены повышались быстро, недовольство городского и сельского населения становилось критическим. Акцентировать внимание стоит на том факте, что никаких большевиков ещё нет на широкой политической арене в феврале 1917 г. Точнее некоторые большевики есть, есть Шляпников, есть Вячеслав Молотов, которые тоже принимают участие в данных событиях, но отнюдь не на первых ролях. Процессами они не руководят, они их подталкивают (*Яковлев Е. Н.*, 2016). Но красные полотнища уже есть в среде близкой к анархическому движению солдатских и рабочих масс в Петрограде.

Уже в первые дни Февральской революции стало понятно, что бывшие депутаты Государственной Думы либерального толка абсолютно не могут найти общего языка с массами, никак ими не управляют. Второй группировке — социал-демократической — во главе с Керенским и Чхеидзе, это более или менее удавалось, их хотя бы слушали, но даже они подчинялись власти анархического движения массы солдат и рабочих, а не наоборот. Когда Василий Витальевич Шульгин вернулся из Пскова в Петроград, он пожелал на митинге объявить восставшим рабочим о том, что Николай II отрёкся в пользу великого князя Михаила. Его не стали слушать, потому что рабочие не хотели нового царя. То же самое произошло и с профессором истории Павлом Николаевичем Милюковым, который хорошим русским языком, в высокопарных выражениях начал рассказывать рабочим и солдатам о том, что теперь в стране будет другой царь, а война будет продолжаться до победного конца. Милюкова тоже очень быстро заставили умолкнуть (*Яковлев Е. Н.*, 2016). И это свидетельствовало о том, что что-то пошло не так. Важное примечание: что основная масса народа в Петрограде в этот момент не хочет ни нового царя, ни продолжения войны, которая длилась уже три года и отнянула на себя все ресурсы для покрытия военных нужд, Россия стала державой-должником перед США и Англией, отчего потребности собственного



населения государство перестало учитывать вовсе. И свидетельством этого являются такие, например, факты: даже верный гвардейский экипаж, на который уповал Николай II, расположившись в Александровском дворце, где жила императрица и царская семья, и вокруг самого дворца, получив приказы защищать этот оплот монархии до последнего, через некоторое время перешёл на сторону революции (*Яковлев Е. Н.*, 2016). Даже фрондерствующий великий князь Кирилл Владимирович демонстративно явился в Государственную думу с красной розеткой в петлице (*Сагомонян А.*, 2016).

Произошло это так: солдаты вызвали офицеров и сказали, что они хотят сняться с обороны дворца. К гвардейскому экипажу вышел его шеф — великий князь Кирилл Владимирович, и возглавив этот экипаж, отправился к Таврическому дворцу, ещё и нацепив на себя красный бант. Явившись к Таврическому дворцу, где заседал Временный комитет Государственной Думы, (в другом крыле уже сидел Петроградский совет), он начал раздавать интервью журналистам, говоря о том, как он приветствует свободу, радуется, что Россия сбросила узы самодержавия и он, великий князь Кирилл Владимирович, будет со своим народом. Впоследствии великому князю очень часто это вспоминали. Правомонархические круги воспринимали это как предательство (*Яковлев Е. Н.*, 2016).

Но не только великий князь Кирилл Владимирович отличился в тот период, например, боялся за свою жизнь и тот, кому Николай II передал престол, а именно, его брат Михаил. Он укрылся у своих друзей на квартире на Миллионной улице, куда к нему на следующий день явились депутаты Государственной Думы, обсуждать создавшееся положение. Бунт, который поднялся в столице, был страшный, этого точно никто не предполагал. И поэтому Михаил задал депутатам прямой вопрос, смогут ли они обеспечить его безопасность? Что на это могли ответить депутаты Государственной Думы... Они не могли обеспечить Михаилу никакой безопасности... Они свою не могли обеспечить. Народ восстал. Для того чтобы людей утихомирить нужны войска (*Яковлев Е. Н.*, 2016), которые будут выступать на стороне думцев и князя Михаила, то есть подавить это можно было только силой. Поскольку войск таких верных, которые могли бы силой подавить восстание или бунт, не было в Петрограде, было решено предпринять другие меры. Одной из попыток с их стороны по смягчению уровня социального напряжения — был выпущен значок с государственным гербом, на котором двуглавый орел держал в лапах красные флажки (*Сагомонян А.*, 2016).

В Петрограде была настоящая анархичная демократия. Ничего было не поменять.



Из участников Февральской революции 1917 г. — Милкоков, Гучков, Родзянко, — лишь Керенский наиболее успешно общался с массами. Он был трудовиком довольно известным в рабоче-солдатской массе, умел с ними разговаривать на их языке и даже несмотря на катастрофический развал армии, он ездил по фронтам и уговаривал эти разложившиеся войска идти в бой. Поэтому Керенский, который хоть как-то умел успокаивать восставший народ, был хозяином положения. Либералы больше всего боялись масс, но и боялись Керенского, потому что он был влиятелен в массах и мог направить массы на них.

Керенский убеждает Михаила Александровича не принимать трон и тогда рождается отречение Михаила, а если быть точнее, Михаил соглашается принять трон в том случае, если его изберёт Учредительное собрание. Оценка этого поступка Михаила дана уже отрехшимся Николаем II, который говорил, что «это очень недалновидный шаг, не знаю, кто надоумил Мишу сделать это» (Дневник Николая II).

Кроме того, в Петрограде очень серьёзно ухудшалось положение из-за противоборства рабочих и фабрикантов. И если, скажем, интеллигенция боролась за политические права, рабочие — в первую очередь за экономические: их интересовали такие вещи, как восьмичасовой рабочий день, повышение заработной платы и также сильно их волновала земельная реформа, потому что большинство из них было вчерашними крестьянами.

Неожиданно обнаружилось, что существует Временное правительство, и всё идёт к республике, но рабочий день укорачивать никто не хочет, зарплату повышать тоже никто не хочет, о земельной реформе обещают поговорить как-нибудь попозже, когда закончится война.

Массам было искренне непонятно, в чём тогда революция? Поэтому началось очень серьёзное противоборство, продолжились забастовки, более того, рабочие начали вести себя таким же образом, каким повели себя солдаты — они стремились брать предприятия под рабочий контроль. И начались случаи, когда, например, администрация завода не могла покинуть его, потому что она не предоставляла по требованию рабочих финансовую отчётность по их зарплатам. Но главное противоречие, которое разделило в Петрограде либеральную сторону и рабочие и солдатские массы — это отношение к войне. Риторика о взятии Константинополя, аннексии Босфора и Дарданелл, выполнении союзнического долга и о прочих вещах рабочих и солдат Петрограда крайне раздражали (*Яковлев Е. Н.*, 2016).

В Петрограде массы подчинялись только Петроградскому совету рабочих и солдатских депутатов. Очередное заявление о продолжении войны спровоцировало первый, апрельский кризис Временного прави-



тельства. Солдаты, матросы и рабочие вновь вышли на улицы под красными стягами. Вот именно тогда генерал Корнилов первый раз попытался подавить эти выступления, у него ничего не получилось, и он ушёл в отставку. Но в отставку ушёл не только он, собственно, этим кризисом закончилась карьера Гучкова, как военного министра, и Миллюкова, как министра иностранных дел — 11 апреля со своего поста ушёл Гучков, 16 апреля — Миллюков. Больше никогда в своей жизни они не занимали никаких государственных постов.

Но в апреле в Петрограде уже присутствовал Ленин, у которого было своё видение ситуации. И подготовленные апрельские тезисы, которые он озвучил.

В напряженной ситуации Временное правительство не отвечало требованиям революционных масс, кризис усугублялся. Керенский выбрал не совсем верное направление, скажем так, вступая в соглашения с Англией, Францией о продолжении участия России в войне. Поведение англичан все это время было достаточно двусмысленным, потому как немцы развивали свой успех, они взяли Ригу, решили нанести удар еще и на Балтийском море, захватив острова Моонзундского архипелага. Им это удалось, поэтому вопрос о взятии Петрограда встал на повестку дня. Многих современников поразило в самом неприятном смысле поведение англичан во время Моонзундской операции. Англия — это морская держава, и не без оснований русские политики во главе с Керенским надеялись, что Англия своим флотом поддержит оборону Моонзунда, но ничего подобного не произошло. Даже кадетская газета «Речь», которая, в целом отстаивает идею продолжения войны до победного конца, публикует информацию, что происходят переговоры между странами Антанты, на которых имеется в виду расчленив Россию, отторгнув от нее громадную территорию. Но державы Антанты переходят и к более практичным решениям, чем просто переговоры, по поводу России. В первую очередь это происходит на встрече в США, куда в апреле 1917 г. приехали министры иностранных дел Британии — Бальфур и Франции — Вивиани. На этом совещании 14 мая 1917 г. принято решение разделит Россию на сферы взаимопомощи между Англией и США: Англия берет себе русский север — Мурманск, Архангельск, а США контроль над Транссибирской магистралью и Владивостоком. Последствием этих переговоров становится прибытие ряда миссий в Россию, замаскированные под миссии Красного Креста. В Петроград приезжает Сомерсет Моэм — бывший резидент британской разведки в Швейцарии, и известный писатель в одном лице. Ему была поставлена задача дать реальную картину происходящего и разработать программу недопущения большевиков к власти. Потому что главная проблема для англичан — это, конечно, намерения



большевиков объявить демократический мир, что ставило англичан в положение воевать против Германии своими британскими солдатами, без русских солдат. Сомерсет Моэм проникает на прием к Керенскому, знакомится с ним и выносит крайне негативное впечатление от этого общения. По оценке Моэма, Керенский абсолютно деморализован, не имеет никакой реальной власти и не имеет энергии, чтобы ее сохранить. Единственное, о чем говорит Керенский, он прямо признается Моэму, что он долго держаться не сможет, что ему нужна помощь Великобритании. Представители из Великобритании ответили, что ничем не могут помочь.

Но для того, чтобы выбрать верное направление для восстановления государственного организма, нужно было быть В. И. Лениным. Поэтому вскоре вышли на широкую политическую арену большевики. Декрет о мире, Декрет о земле, Декрет о власти, Декрет о 8-часовом рабочем дне, принятые сразу же при взятии власти, отвечали запросам населения. В зале Смольного института выступление по самому жгучему и большому вопросу о будущем мире было встречено ликованием и громкими аплодисментами (РГАСПИ. Стенограмма, 1917). Большевики сразу же стали создавать вооруженные отряды Красной гвардии — в основном из рабочих, а также солдат и матросов для установления городского порядка. Их бойцы имели красную нарукавную повязку с надписью «красная гвардия» и красную ленту на головных уборах. Именно красногвардейцы и составили основную ударную силу Октябрьского вооруженного восстания. Еще одной мощной силой, которая приняла активное участие, были революционные матросы. Они считали себя наследниками «потемкинцев» и выступали под красными знаменами. В январе 1918 г. СНК принял Декрет о создании Рабоче-крестьянской Красной Армии (РККА) на добровольных началах и Декрет о создании Рабоче-крестьянского Красного Флота (РККФ). В связи с нарушением заключенного с Германией перемирия и переходом ее войск в наступление, 22 февраля 1918 г. правительство обратилось к народу с декретом — воззванием «Социалистическое отечество в опасности!». На следующий день началась массовая запись добровольцев в Красную армию и формирование многих ее частей. Добровольно вступают не только солдаты, не только рабочие, бывшие красногвардейцы, но и офицеры. Один из них — это Ираклий Пехлеванов (этнический болгарин), полковник Генштаба, который оборонял Псков. Очень хорошо себя показал в боях под Псковом. Вторым человеком, который сыграл значительную роль в обороне Петрограда 1918 г. от немцев, был генерал Дмитрий Павлович Парский. Подробная статья доктора исторических наук Андрея Ганина, насыщенная архивными материалами о нем. Именно с Парским связался Бонч-Бруевич, пытаясь найти человека для обороны Нарвского оборонительного участка. Парский за-



нял пост руководителя Нарвского рубежа, где встретился с П. Е. Дыбенко, который с отрядом примерно 1000 революционных матросов и 800 петроградских красногвардейцев выехал на место боевых действий. Дыбенко получил приказ, очевидно, мало выполнимый — овладеть Ревелем (ныне Таллинн), который был уже взят немцами. Общая группировка немцев, находившихся там, составляла 9000 солдат (Яковлев Е. Н., 2017). Революционная армия могла им противопоставить — только отвагу, только физическую силу. Собственно, армия это и противопоставила немцам. Первые несколько дней матросы ведут уверенные бои, в том числе и рукопашные, заставляя немцев понять, что здесь присутствует армия. Параллельно Парский в городе Ямбург пытается организовать системную оборону Ямбура и Нарвы, рассчитывая на матросов Дыбенко, русских рабочих, латышские части и эстонские отряды. Самыми боеспособными были латышские, потому что они, во-первых, сохраняли выучку, это ветераны первой мировой войны, имеют большой боевой опыт, во-вторых, дисциплина (Яковлев Е. Н., 2017). Превосходящие силы немцев теснят матросов, попытка матросов контратаковать не получилась, они несут высокие потери, Дыбенко принимает решение оставить Нарву. Парский, узнав, что Нарва сдана, начал планировать контрудар. В это время заключается Брестский мир. Тем не менее, надо сказать, что Парскому удалось организовать оборону, насколько это было возможно, показать немцам, что их наступление не будет легкой прогулкой, что им здесь будет оказано ожесточенное сопротивление, армия на самом деле у Советской России существует (Яковлев Е. Н., 2017). В результате оказанного красноармейскими отрядами решительного сопротивления германским войскам под Псковом и Нарвой в феврале 1918 г., в честь этих событий 23 февраля ежегодно стал отмечаться праздник — День Красной (Советской) Армии и Военно-Морского Флота, позднее День защитника Отечества.

Для пришедших к власти большевиков во главе с Лениным не было никаких сомнений по поводу цвета нового знамени Советской России: только красный — символ Революции. Отсюда Красная Армия, красная звезда, орден Красного Знамени.

Согласно декрету ВЦИК от 8 апреля 1918 г., красный флаг Советской республики утверждался как государственный и как боевое знамя ее Вооруженных сил. Однако по размерам, форме, лозунгам на полотнищах он не имел единого образца. Надписи брались в основном из призывов большевистской партии: «За власть Советов!», «Мир хижинам — война дворцам!» и др.

Конституция СССР 1924 г. утвердила государственный флаг страны, который представлял собой красное полотнище с изображением серпа и



молота и пятиконечной звезды «как символ нерушимого союза рабочих и крестьян в борьбе за построение коммунистического общества». Красным было Знамя Победы, водруженное советскими воинами над рейхстагом в 1945 г.

### *Красное знамя в Великую Отечественную войну*

В 1936–1938 гг. были учреждены новые образцы Почетного революционного Красного знамени и Почетного революционного Военно-морского флага, которыми награждались части, доказавшие выдающуюся храбрость в боях с врагами социалистического отечества или показавшие высокие успехи в боевой подготовке в мирное время (ГАРФ. Ф. 3316. Оп. 13. Д. 4. ЛЛ. 24-27.; Д.6 ЛЛ. 150-151; Оп.25. Д. 13. Л.208). Награждение Почетными знаменами оказывают большое влияние на состояние воинской дисциплины, сплоченность и организованность воинских коллективов, их мобилизацию на выполнение боевых и учебных задач, способствуют формированию лучших морально-боевых качеств, стимулируют самоотверженное выполнение воинского долга.

Вторая мировая война стала самой страшной в глобальной истории человечества. Основную роль в разгроме фашизма сыграл Советский Союз: для советского народа эта война стала Великой Отечественной. В 1941 г. появился мощный стимул для совершенствования боевого мастерства, сплочения воинов, их мобилизации на самоотверженную борьбу с врагом – гвардейское звание для отличившихся воинских частей. Первые гвардейские части появились летом 1941 г. На красном полотнище Гвардейского знамени с лицевой стороны был портрет В. И. Ленина и лозунг «За нашу Советскую Родину». С обратной стороны, в верхнем левом углу — пятиконечная звезда. Посередине — название той части, которой принадлежало знамя. При формировании Гвардейское наименование присваивали частям реактивной артиллерии, чтобы подчеркнуть большое значение нового для того времени средства поражения. Но датой рождения советской гвардии принято считать день, когда это наименование было впервые присвоено за боевые заслуги. 18 сентября 1941 г. 100, 127, 153 и 161-я стрелковые дивизии были переименованы приказом наркома обороны СССР №308 в 1, 2, 3 и 4-ю гвардейские соответственно. Второй пункт приказа предписывал вручить указанным дивизиям особые Гвардейские знамена (РГВА. Ф.4. Оп. 12. Д. 99. ЛЛ. 110-112). Заслужить Гвардейское знамя было невероятно трудно; для этого следовало показать мужество, дисциплину и организованность в бою. Например, 2-й кавалерийский корпус генерала П. А. Белова был преобразован в 1-й Гвардейский корпус в боях под Каширой в период Битвы за Москву 26 ноября 1941 г. (ЦАМО. Ф. 3465. Оп. 0000001. Д. 0871. Л. 321; *Белов П. А.* «За



нами Москва»). Торжественное вручение знамени запечатлено на кадрах кинохроники в фильме «Разгром немецких войск под Москвой» - это был первый советский фильм, получивший в 1943 г. американскую премию «Оскар» в категории «Лучший документальный фильм» (*примеч.* в этом году в отечественный кинопрокат выходит художественный фильм, посвященный событиям, связанным с историей создания данного документального фильма).

К гвардейским соединениям предъявлялись высокие требования, что можно проследить на примере 62-й армии, 16 апреля 1943 г. преобразованной в 8-ю гвардейскую армию за мужество и героизм, проявленные в ходе оборонительных действий в Сталинграде. В период с июля 1942 г. по январь 1943 г. части дивизии непрерывно находились в боях. Только за несколько дней октября 1942 г. было отбито 80 атак пехоты и танков фашистов. Подбит 41 танк, подавлен огонь 13 минометных батарей, разбито 17 пулеметов (*Ступов А.Д., Кокунов В.Л.* 62-я армия в боях за Сталинград. С. 67. Изд. М: 169 с.) Командующий армией В. И. Чуйков вспоминал: «В мае все дивизии, входившие в состав армии, получили правительственные награды: гвардейские знамена и ордена». (*Чуйков В. И.* «Гвардейцы Сталинграда идут на запад». М.: Сов. Россия, 1972. 256 с.)

За событиями на восточном фронте внимательно следили во всей Европе. После победы в Сталинградской битве появилась надежда на освобождение Европы от фашизма, а несколько отрядов Сопротивления во Франции даже взяли имя Сталинград. Знамя одного из таких отрядов хранится в Музее современной истории России. Оно принадлежит 2-му батальону макизар гг. Спезе и Пенарпон. Также примером того, как оценивалась победа под Сталинградом, может служить флаг с государственной символикой СССР, который англичанка Эдит Паркер вывесила из окна своего дома после победы советских войск под Сталинградом, в знак того, что Красной Армии и союзникам удастся побороть нацизм (*Корягин В.*, 2015).

В декабре 1942 г. был утвержден новый образец боевого знамени для воинских частей Красной Армии. На его лицевой стороне изображались серп и молот и был помещен лозунг: «За нашу Советскую Родину». На обратной стороне, по центру, располагалась пятиконечная звезда и название соответствующей части. Боевое знамя — символ чести, многие солдаты и офицеры проявляли мужество и героизм при спасении знамени. История войны сохранила уникальные случаи спасения знамен и сплочения частей вокруг них. Летом 1941 г. части 24 стрелковой дивизии оказались в окружении, пробиваясь с боями к линии фронта, Почетное революционное Красное знамя дивизии выносил старший политрук А. В. Барбашев, который погиб в бою. После боя колхозник Д. Н. Тяпин



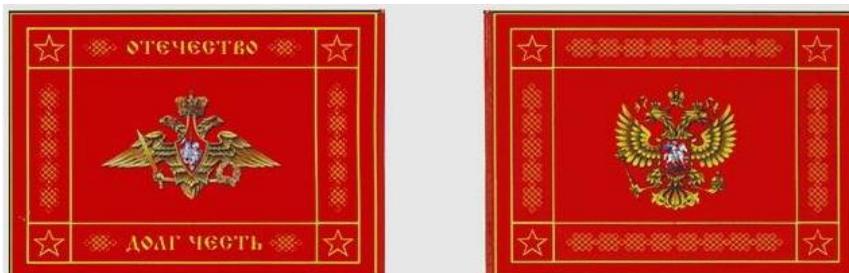
разыскал убитых, спрятал знамя и после освобождения от немцев Белоруссии передал его командованию Красной армии. Знамя было возвращено соединению, а Д. Н. Тяпин навечно зачислен в списки одного из полков дивизии (РГВА. Ф. 4. Оп. 11. Д. 77. Л. 210). Примеров таких поступков было много в годы войны. 19 сентября 1941 г. киевлянин Костя Кравчук, которому было 10 лет, принял от раненых красноармейцев знамена 968 и 970 стрелковых полков, сохранил их в период фашистской оккупации и после освобождения передал командованию Красной Армии. Указом Президиума Верховного Совета СССР Костя Кравцов был награжден орденом Красного знамени (РГВА. Ф. 4. Оп. 11. Д. 78. Л. 477–478).

5 февраля 1944 г. Гвардейские и Красные знамена войсковых частей и соединений Военно-морского флота были учреждены указом Президиума Верховного Совета СССР. Знамена ВМФ отличались от знамен РККА тем, что на полотнище красную звезду заменяло изображение Военно-морского флага (Гвардейского Военно-морского флага для Гвардейского Красного знамени).

Учреждение новых знамен происходило в комплексе с общими усилиями руководства страны и командования по совершенствованию наградной системы. Знамена РККА и ВМФ учреждались и совершенствовались параллельно, но, имея целый ряд общих черт — красный цвет полотнища, изображения портрета В. И. Ленина на главной стороне, общие лозунги.

Эта символика оставалась вплоть до распада СССР в 1991 г. В преддверии распада Советского Союза, когда в прессе начался вал разоблачений всего и вся, стали все чаще повторяться и призывы отказаться от красного флага. 22 августа 1991 г. чрезвычайная сессия Верховного Совета РСФСР постановила считать официальным флагом Российской Федерации бело-сине-красный. Постановление было утверждено 1 ноября V съездом народных депутатов. Отменялись красные знамена и в Вооруженных силах, они изымались у всех частей и заменялись на трехцветные. Однако далеко не все в стране приняли такие перемены, особенно в армии. Не собирались отказываться от красных флагов левые политические силы.

29 декабря 2000 г. президент РФ утвердил закон о знамени Вооруженных сил Российской Федерации (в СССР такого, единого, знамени не было). Главное военное знамя России несло символический — объединяющий — смысл, включая геральдические элементы из разных эпох российской истории: красный цвет, пятиконечные звезды и двуглавого орла.



*Две стороны законодательно утвержденного знамени Вооруженных сил Российской Федерации. Рисунок с официального сайта Министерства обороны РФ.*

Тогда же воинским частям были возвращены их овеванные славой Красные знамена.

### *Литература*

1. Государственный архив Российской Федерации. Постановления Совета народных комиссаров. ГАРФ. Ф. 3316.
2. Российский государственный военный архив. Приказы народного комиссара обороны. Ф. 4. - Российский государственный архив социально-политической истории. Стенограммы заседаний 1917–1918 гг.
3. Центральный архив Министерства Обороны РФ. Директивы и указания № 330. 26.11.1941.
4. *Жуков К. А.* Рождение буржуазной революции // 2017. Электронный ресурс - [<https://oper.ru/video/view.php?t=2361>] - доступ свободный (14.01.2022)
5. *Корягин В.* За каждым знаменем — судьбы тысяч людей. С какими знаменами Красная армия прошла Великую Отечественную войну // Электронный ресурс - [[https://www.gazeta.ru/science/2015/05/09\\_a\\_6670169.shtml](https://www.gazeta.ru/science/2015/05/09_a_6670169.shtml)] - доступ свободный (14.01.2022)
6. *Сагомонян А.* Более века под красным знаменем // Военное обозрение. 2016.
7. *Шестопалов А. П.* Николай Алексеевич Милютин // Вопросы истории. 2004. №12. С.57-68
8. *Яковлев Е. Н.* Про последствия Февральской революции // 2016. Электронный ресурс - [<https://oper.ru/video/view.php?t=1723>] – доступ свободный (14.01.2022)
9. *Яковлев Е. Н.* Про «бегство» Павла Дыбенко // 2017. Электронный ресурс – [<https://oper.ru/video/view.php?t=2417>] – доступ свободный (23.01.2022)

*Титова М. А., мнс, Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В.Пушкина, выпускница физического факультета 2012 г.*



## СОДЕРЖАНИЕ

Поздравление декана физического факультета профессора Н. Н. Сысова с 8 марта	2
С праздником, дорогие женщины!	3
Онлайн-конференция ректора МГУ в МИА «РОССИЯ СЕГОДНЯ»	18
Поздравляем коллег с высокими наградами!	23
95 лет со дня рождения академика Анатолия Алексеевича Логунова	25
Краткая история и сегодняшний день кафедры молекулярных процессов и экстремальных состояний вещества	31
Пространственная организация комплексов ДНК-DPS	40
Физики МГУ смоделировали лазерный нагрев опухоли с внедренными наночастицами кремния	46
Реверсия конвекции в горячем тоннеле над очагом вулкана Эльбрус	49
Победа на конкурсе — «Студенческий Профсоюзный Лидер МГУ»	54
Атомная бомба ЮАР	55
Защищая Отечество	62
Красное Знамя вооруженных сил России	65

Главный редактор К.В. Показеев  
sea@phys.msu.ru

<http://www.phys.msu.ru/rus/about/sovphys/>

Выпуск готовили: И. А. Силантьева, Н. В. Губина, В. Л. Ковалевский,  
Н. Н. Никифорова, К. В. Показеев, Е. К. Савина, О. В. Салецкая.

Фото из архива газеты «Советский физик» и С. А. Савкина.  
28.02.2022

Заказ \_\_\_\_\_. Тираж 60 экз.  
Отпечатано в Отделе оперативной печати  
физического факультета МГУ