

# СОВЕТСКИЙ ФИЗИК

№7 (141) 2019

В номере:



Поздравление декана физического факультета МГУ  
профессора Н.Н. Сысоева

Стр. 2



Итоги года

Стр. 3-8



Поздравляем Юрия Михайловича Романовского

Стр. 27-28



К 100-летию рождения  
Ирины Вячеславовны Ракобольской

Стр. 29-34

# СОВЕТСКИЙ ФИЗИК

7(141)/2019  
(Декабрь)



ОРГАН УЧЕНОГО СОВЕТА, ДЕКАНАТА  
И ОБЩЕСТВЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ  
ФИЗИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ

2019



*Дорогие коллеги,  
студенты, аспиранты,  
преподаватели,  
профессора,  
научные сотрудники и  
все сотрудники  
физического факультета  
МГУ,  
поздравляю вас с Новым,  
2020 годом и Рождеством!*

Благодарю всех за отличную работу в 2019 году, за верность родному ВУЗУ, за стремление сделать жизнь родного факультета лучше!

Уходящий год оказался успешным для нас, было много достижений в научной и учебной деятельности, наград и премий, научных публикаций. Все это стало возможным благодаря профессиональной работе нашего коллектива сотрудников физического факультета и ответственному подходу к учебе.

Пусть 2020 год будет продуктивным, творческим и запоминающимся, щедрым на хорошие события и достойные результаты, откроет новые перспективы для дальнейших образовательных, научных и творческих свершений, пусть он принесет заслуженные награды!

Верю, что наши общие усилия принесут плоды успеха в новом году!

Всем желаю крепкого здоровья, оптимизма, веры в себя, коллегам — благополучия в семье, терпения и мудрости на работе, студентам — радости от учебы, успешной сдачи сессии, выпускникам — высокооплачиваемых мест работы с перспективой роста и развития!

*С новым годом!*

Декан физического факультета МГУ  
профессор Н.Н.СЫСОЕВ



### ФАКУЛЬТЕТ В 2019 ГОДУ

Некоторые итоги деятельности факультета в 2019 году.

Мы активно развиваемся, что подтверждают результаты мировых рейтингов.

По версии QS World University Rankings by Subject по направлению «Физика и астрономия» в 2019 году МГУ занял 26 место. В России мы заняли самую высокую позицию, поднявшись в рейтинге по сравнению с прошлым годом.

Сейчас МГУ находится на шестом месте в мире по версии QS по критерию востребованности выпускников в области физики и астрономии. На пятом месте идет Оксфордский университет, а на седьмом — Калифорнийский университет в Беркли. Поздравляем с этим большим успехом всех выпускников и сотрудников Физического факультета МГУ.

### Международный рейтинг

16 место в списке по направлению «Физика»



#16	МГУ имени М.В. Ломоносова	86.3
	Russia Moscow	Subject Score
	#266 (физ.) – Best Global Universities	
#51	МФФИ	77.7
	Russia Moscow	Subject Score
	#368 (физ.) – Best Global Universities	
#53	МФТИ	77.5
	Russia (Volgogradly, Moscow Region)	Subject Score
	#422 (физ.) – Best Global Universities	
#55	ИГУ	77.4
	Russia Novosibirsk	Subject Score
	#424 (физ.) – Best Global Universities	

### Доля публикаций подразделений МГУ

ТОП 10 предметных областей по количеству публикаций сотрудниками МГУ в журналах ТОП-25 за 2018 год



6 место в мире согласно данным рейтинга QS в области физики и астрономии по показателю успешности среди работодателей



Современной тенденцией является оценка работы научной организации по количеству публикаций ее сотрудников и их цитированием. За 2019 год сотрудниками факультета опубликовано свыше 2600 работ, из которых четверть — публикации в престижных международных журналах ТОП-25.

### Научная и публикационная деятельность факультета

#### Количество статей, публикуемых в год



В рейтинге лучших университетов мира U.S. News по направлению «Физика» мы заняли 16 место.

Еще одно наше важное достижение — это первое место по количеству публикаций в журналах по сравнению с другими подразделениями МГУ.

Видно, что ежегодно публикационная активность факультета возрастает — наблюдается рост суммарного импакт-фактора сотрудников факультета.

«Вестник Московского Университета. Физика. Астрономия» издаётся **шесть** раз в год, переводится на **английский язык** и распространяется онлайн издательством на платформе Springer. Журнал индексируется во всех основных библиографических базах, включая Web of



Science, Scopus и РИНЦ. Журнал — единственный Вестник МГУ, который имеет **импакт-фактор**, причём он постоянно растёт.

Также на факультете издаётся электронный журнал «Ученые записки физического факультета», который индексируется в РИНЦ.

Факультет выпускает Бюллетень «Новости науки» физфака МГУ — это новое информационное издание, целью которого является освещение достижений ученых и информации о событиях в жизни университетских физиков.

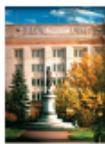
### Научная и публикационная деятельность факультета



#### Вестник МГУ Серия 3. Физика. Астрономия, который имеет импакт-фактор:

ГОД	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
IF	0,199	0,225	0,200	0,250	0,281	0,448	0,506	0,580

*Журнал издаётся шесть раз в год, переводится на английский язык и распространяется онлайн издательством на платформе Springer. Журнал индексируется во всех основных библиографических базах, включая Web of Science, Scopus и РИНЦ.*



#### Ученые записки физического факультета Московского Университета

В журнале публикуются статьи сотрудников, аспирантов и студентов МГУ и других ВУЗов и научных институтов.



#### Бюллетень «Новости науки физического факультета МГУ»

Журнал издаётся один раз в два месяца (6 выпусков в год).

Подводя итоги нового приёма, можем обратить внимание на рекордные показатели в этом году: в этом году 458 студентов зачислено на 1 курс бакалавриата (показатели приема 2018 года — 380) и 298 ребят поступило в магистратуру (2018 год — 268).

При этом проходной балл резко поднялся до 354 по сравнению с прошлым годом — 320.

В 2019 мы выпустили 327 бакалавров и 256 магистров студентов. Более половины, обучавшихся в магистратуре, получили диплом «с отличием».

96 человек в этом году продолжило обучение в аспирантуре, 76 было выпущено.



Общее число абитуриентов, поступивших на бюджетную и контрактную форму обучения

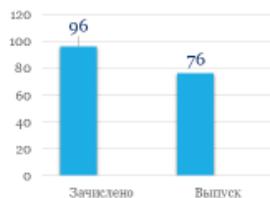


Общее число студентов, получивших диплом с отличием и общее число выпускников

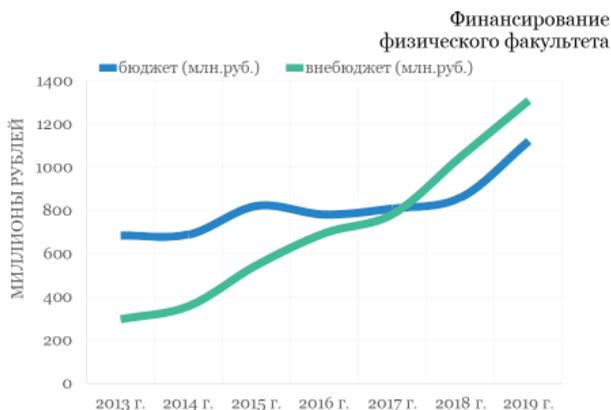


Прием и выпуск в 2019 году

Общее число аспирантов, поступивших и завершивших обучение



Финансирование физического факультета осуществляется за счет бюджетных и внебюджетных источников. Внебюджетное финансирование формируется главным образом из средств, полученных при выполнении НИР и ОКР, а также от платного обучения.



В 2019 году за 10 месяцев получено **1,310 млрд. руб.**  
 Бюджетное финансирование **1,121 млрд. руб.**

Соотношение между источниками финансирования существенно изменилось за последние годы. Стоит заметить, что в 2019 году объем средств, полученных из внебюджетных источников даже немного превысил средства от бюджетного финансирования.



Проведены обширные работы по восстановлению и реконструкции объектов физического факультета.

- Выполнены работы по ремонту фасадов, утраченных элементов фасадов главного корпуса, ремонт декоративных элементов (1 этап).
- Выполнены работы по ремонту гранитной облицовки и конструктивных элементов крылец дворового корпуса, крылец пристройки и элементов цоколя дворовой части.
- Выполнены работы по ремонту гранитной облицовки и конструктивных элементов воздухозаборников.
- Выполнены работы по обследованию кабельного коллектора.

Затраты на выполнение ремонтно-строительных работ по долям в соотношении финансирования со стороны факультета и ректората приведены на диаграмме.



Сердечно поздравляем наших сотрудников с заслуженными наградами. Трое сотрудников избраны членами-корреспондентами РАН. Трое – стали лауреатами премии Правительства Москвы для молодых ученых.



**Стал лауреатом  
Государственной премии в  
области науки и технологий**

Митрофанов Валерий Павлович



**Избраны членом-корр. РАН**

Шкуринов Александр Павлович  
Пантелеев Михаил Александрович  
Михайлов Валентин Олегович

**Награждены орденом  
Александра Невского**

Кашкаров Павел Константинович  
Аксенов Виктор Лазаревич

**События 2019 года**

**Удостоен «Звезды  
Московского университета»**

Садовников Борис Иосифович



**Стали Лауреатами премии  
Правительства Москвы для молодых  
ученых**

Волкова Ольга Сергеевна  
Эльманович Игорь Владимирович  
Кондратенко Михаил Сергеевич



Хотелось бы отметить достижения наших студентов. 21 ребят стали лауреатами именных стипендий. Многие команды, в составе которых наши учащиеся, победили в различных российских и международных олимпиадах.

**Студенты – Лауреаты именных Стипендий**

**имени Л.А. Арцимовича**

Сухарников Владислав Владимирович  
Гусейнов Абдул-керим Демирович

**имени Р.В. Хохлова**

Снигирев Вячеслав Сергеевич  
Николаева Ирина Алексеевна

**имени Л.А. Арцимовича**

Сухарников Владислав Владимирович  
Гусейнов Абдул-керим Демирович

**имени С.И. Вавилова**

Львов Кирилл Вячеславович  
Добрынин Дмитрий Михайлович

**имени М.В. Келдыша**

Макин Евгений Андреевич  
Королькова Елизавета Валериевна

**имени И.В. Курчатова**

Захаров Роман Викторович  
Королькова Елизавета Валериевна

**имени М.В. Ломоносова**

Логинов Артем Борисович  
Ганцева Екатерина Рифатовна  
Пустовалов Виталий Александрович  
Дмитриева Ольга Алексеевна  
Пестова Полина Андреевна

**имени С.Н. Вернова**

Крюкова Екатерина Андреевна

**имени Д.И. Блохинцева**

Путилин Михаил Сергеевич

**имени А.Н.Тихонова**

Долматов Александр Сергеевич  
Котельникова Любовь Михайловна

**Достижения наших  
студентов**



- Студентка кафедры физики атмосферы **Кибанова Ольга** удостоена медали РАН
- Студент первого курса **Ибрагимов Алишер** стал победителем Олимпиады Национальной технологической инициативы
- Команда МГУ, в составе которой аспирант кафедры квантовой электроники **Игорь Балашов** и студент кафедры медицинской физики **Иван Павлеев**, принесла бронзу на Imagine Cup: EMEA Regional Final
- Команда студентов физического факультета заняла третье место в Международной олимпиаде по теоретической физике (**Герзнев Николай, Крюкова Екатерина, Мишняков Виктор, Асриян Нораир, Спиридонов Андрей**)



## ВСТРЕЧА ПРЕЗИДЕНТА РФ В.В. ПУТИНА С ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ ДВИЖЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКИХ ОТРЯДОВ



*Владимир Путин принял в Кремле представителей движения студенческих отрядов, которое в 2019 году отмечает 60-летний юбилей и 15-летие современного этапа своего развития.*

*5 ноября 2019 года  
Москва, Кремль*

### ВСТУПИТЕЛЬНОЕ СЛОВО НА ВСТРЕЧЕ С ПРЕДСТАВИТЕЛЯМИ ДВИЖЕНИЯ СТУДЕНЧЕСКИХ ОТРЯДОВ

Среди участников встречи — руководители центрального штаба Российских студенческих отрядов, командиры региональных отделений и победители всероссийских трудовых проектов.

Движение студенческих отрядов объединяет 240 тысяч юношей и девушек, которые в свободное от учёбы время работают в различных направлениях — строительстве, медицине, сельском хозяйстве и других. Его представители принимали участие в возведении объектов саммита АТЭС во Владивостоке, Всемирной летней универсиады в Казани, Олимпийских и Паралимпийских игр в Сочи, чемпионата мира по футболу. Стройотрядовцы задействованы в возведении объектов энергетики,



судостроения, работают проводниками железнодорожного транспорта и водителями во всероссийских детских центрах.



**В. Путин:** Добрый день!

Красивые такие все.

Собственно говоря, встреча наша, не думаю, что будет такой большой, продолжительной, но хотел с вами увидеться для того, чтобы поздравить вас как активных участников стройотрядовского движения и как организаторов — я так понимаю, что вы и этим занимаетесь, — и, конечно, как в таких случаях говорят, в вашем лице всех стройотрядовцев, причём и тех, которые считают себя уже ветеранами стройотрядовского движения, и тех, которые работают сегодня.

За все годы — цифры эти известны — 19 миллионов человек приняло участие в стройотрядовском движении, это такая солидная компания очень. А сейчас — 240 тысяч человек, это тоже очень солидные цифры. Причём как в прежние времена, так и сейчас ребята работают практически во всех отраслях: и в промышленности, и в сельском хозяйстве, в строительстве, в сфере услуг тоже, и достаточно эффективно как волонтеры работают — практически везде, на очень интересных, на важных направлениях.



Всегда стройотрядовское движение подставляло плечо государству, стране, причём работали частенько в очень сложных условиях и, как правило, справлялись с задачами, которые перед ними ставили. Я, честно говоря, даже не знаю случаев, когда стройотряды не выполняли задачу, которая перед ними стояла, просто не знаю. Наверное, такие были, но мне такие неизвестны случаи. Наоборот, всегда ребята справлялись со всеми проблемами, которые возникали в ходе работ.

И зарабатывали, конечно, это понятно, без этой мотивации и в прежние времена неинтересно было работать, да и сегодня скучновато. Хотя сам по себе факт участия в стройке, в работе, нахождение, пребывание вместе в одной компании, причём объединённой общим делом, — это всегда приятно, это всегда настраивает на хороший лад, создаёт атмосферу хорошую очень, незабываемую. Я и по себе это говорю, и по опыту своих друзей, которые работали в строительных отрядах. Надеюсь, что и у вас то же самое происходит.

Я вас поздравляю ещё раз и надеюсь, что благодаря вам стройотрядовское движение не только сейчас, но и в будущем, получив от вас новый импульс развития, будет двигаться вперёд и выполнять все задачи, которые на него возлагаются, а вы все и будущие поколения стройотрядовцев будут получать удовольствие от своей работы и получать дополнительную квалификацию и жизненный опыт, что не менее важно, а, может быть, даже и более важно, чем какая-то квалификация.

Поздравляю! Всего вам самого хорошего!



Текст, фотографии с сайта  
<http://www.kremlin.ru/events/president/news/61988>

## АЛЕКСАНДР ГРИГОРЬЕВИЧ СТОЛЕТОВ

*(10 августа) 29 июля 1839 года – (15) 27 мая 1896 года*

*К 180-летию со дня рождения А.Г.Столетова,  
создателя физической школы в России*

**В 139 номере газеты была опубликована статья профессора П.Н. Николаева, в которой рассказывалось в основном о научной деятельности А.Г. Столетова. Статья профессора Н. С. Перова сообщает дополнительную информацию о семье ученого.**

*Главный редактор «Советского физика» К.В. Показеев*

Имя Александра Григорьевич Столетова красной строкой вписано в историю развития физики в России. Его жизнь пришлось на период развития и становления классической физики, в которой он сыграл заметную роль. Созданная по его инициативе в Московском университете физиче-



ская лаборатория создала плодотворную почву для подготовки целой плеяды российских физиков. В октябрьском номере "Советского физика" была представлена статья П. Н. Николаева о научных заслугах А. Г. Столетова.



В настоящей заметке содержится краткая информация о семье Столетовых.

Отец А. Г. Столетова — Григорий Михайлович Столетов (1794–1858 гг.), мать — Александра Васильевна Столетова (Полежаева) (1805–1889 гг.). Род Столетовых жил во Владимире со времен Ивана III (конец XV века), по преданию, они (Столетовы) были высланы в числе ряда других новгородцев за выступления против московского царя. Традиционное занятие Столетовых — кожевническое дело — передавалось по старшинству. Дом Столетовых во Владимире, построенный в самом конце XVIII века, стал одной из первых каменных построек Владимира. Это здание сохранилось до настоящего времени, хотя в XX веке оно подвергалось существенным перестройкам. Фотография здания представлена на рисунке.



*Фамильный дом Столетовых*

Семья купцов Столетовых использовала здание и как жилье, и как торговое и складское помещение. В этом здании и родился будущий физик Саша Столетов. Он был четвертым ребенком в семье. До него в семье появились старший брат Василий (1825 года рождения), второй брат Николай (1831 года рождения), старшая сестра Варвара (1833 года рождения). После Александра Столетова родились брат Дмитрий (1845 года рождения) и сестра Анна (1847 года рождения).

После смерти Григория Михайловича в 1850 году его дело унаследовал Василий. А старший брат Николай, окончивший школу с золотой медалью, показал пример Александру и поступил в 1850 году на только что образовавшийся (1850 г.) физико-математический факультет Московского университета, который закончил с отличием в 1854 году и поступил вольноопределяющимся в армию, чтобы принять участие в Крымской войне. Следует отметить, что Николай Григорьевич Столетов, став военным, сделал выдающуюся карьеру, дослужившись до звания генерала от инфантерии (аналог звания генерал армии в наше время), и умер в 1912 году. Во время русско-турецкой войны он руководил действиями болгарского ополчения, в 1877 году возглавлял оборону Шипки, в его честь в Болгарии названы улицы в Габрово и Плевене, переименована вершина Шипки.



*Варвара, Дмитрий, Василий, Александр, Николай и Анна Столетовы*

Младший брат А. Г. Столетова также окончил физико-математический факультет Московского университета, но стал военным и дослужился до звания генерал-майора артиллерии. Достоинно прожили свою жизнь и воспитали интеллигентных, образованных детей сестры ученого: Варвара, которая вышла замуж за архитектора А. П. Филаретова, и Анна — жена полковника П. И. Губского.

Более подробно о семье Столетовых можно узнать во Владимирском мемориальном музее братьев Н. Г. и А. Г. Столетовых, открытом в 1976 году.

При подготовке данной заметки использованы материалы сайтов  
<http://museum.vlsu.ru/index.php?id=81>  
<http://www.vlsu.ru/index.php?id=492&L=2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%82#с1257>  
<https://www.proza.ru/2018/07/03/776>  
<http://old.museum-murom.ru/nauch-rab/uvar-vii/kupecheskaya-semya-stoletovyh>

*Заведующий кафедрой магнетизма  
профессор Н.С. Перов*



## СТОЛЕТОВ ПРОТИВ ГОЛИЦЫНА: КТО ПРАВ?

*К 180-летию со дня рождения А.Г. Столетова*



Борис Борисович Голицын (1862–1916), представитель старинного рода князей Голицыных, стал известным физиком, основоположником сейсмографии. После обучения в Морской академии С.-Петербурга (1886 г.) у Бориса Голицына пробудился неодолимый интерес к физике. Он оставил флот и уехал в Германию, окончил Страсбургский университет (1890 г.), где учился вместе с П.Н. Лебедевым у таких известных физиков того времени, как Кундт и Кольрауш.

Б.Б. Голицын преподавал в высших учебных заведениях Петербурга, одновременно заведовал (с 1894 г.) физическим кабинетом Академии наук, который под его руко-

водством превратился в хорошо оборудованную лабораторию. В 1913 г. он становится директором Главной физической обсерватории.

Голицын начинал свою научно-педагогическую деятельность в Московском университете, куда был принят после возвращения в Россию из Германии. В 1892 г. он представил университету в качестве диссертации «Исследования по математической физике». Опережая европейскую науку на несколько лет, он ввёл понятие температуры теплового излучения как меры его энергии. Но тогда такой взгляд был совершенно непривычен. Мнения университетских ученых разделились, в числе противников Голицына оказались профессора А.Г. Столетов и А.П. Соколов, которых поддержали в этом вопросе и заграничные физики, такие как Гельмгольц, Кельвин, Больцман. Но дело касалось не только научной стороны проблемы. Голицын явно пренебрегал рекомендациями своих оппонентов, что выходило за рамки правил, принятых в университетском сообществе. В итоге его работа не была утверждена, после чего он переехал в Петербург и вскоре был избран академиком (1893), заняв как раз ту вакансию, на которую рассчитывал Столетов. Это возмутило многих выдающихся русских ученых, таких, например, как Д.И. Менделеев, которого, кстати сказать, также забаллотировали на выборах в Академию наук. Таким об-



разом, конфликт Голицына со Столетовым не был чисто научным, как его нередко пытались трактовать представители академической науки. Но он, конечно, поучителен в том отношении, что новые, ещё не до конца оформившиеся идеи не могут безоговорочно приниматься такими крупными учёными, как А.Г. Столетов.

Исследования в области сейсмологии создали Б.Б. Голицыну мировое имя: он сконструировал совершенный сейсмограф и создал первую в мире сеть сейсмографических станций (1913 г.). К исследованиям по молекулярной физике и теплоте он больше не вернулся. Голицыным были проведены экспериментальная проверка эффекта Доплера для света, изучение критического состояния вещества, ряд спектроскопических исследований. Он был президентом Международной сейсмической ассоциации, членом Лондонского королевского общества (с 1916 г.), почетным членом многих научных обществ.

Первый параграф второй части диссертации Голицына посвящен мысленному эксперименту итальянского физика Адольфо Бартоли по доказательству существования светового давления на основе второго начала термодинамики. Бартоли рассматривает тепловой процесс с четырьмя вложенными друг в друга замкнутыми поверхностями, две из которых являются абсолютно черными, а две имеют зеркальные стенки. Предполагая, что пространство между поверхностями, заполненное излучением, обладает некоторой энергией, но при этом излучение не оказывает механического воздействия на материальные тела, можно представить процесс передачи тепла от менее нагретого тела к более нагретому без совершения работы. Осуществление такого процесса противоречит второму началу термодинамики, откуда следует необходимость существования силового воздействия (давления) со стороны излучения на материальные тела.

Голицын, рассматривая количественные выкладки Бартоли, находит в них две неточности, одна из которых имеет, по его мнению, принципиальное значение. Если Бартоли рассматривает изменения лишь в материальных телах, то Голицын считает необходимым учитывать также и изменения в излучении, которое в то время рассматривалось как волновой процесс в эфире. При этом эфир, по Голицыну, следует считать составной частью рассматриваемой системы.

В мысленном эксперименте Бартоли вся совершенная над системой работа затрачивается на нагревание абсолютно черного тела (шара). Голицын же полагает, что нагревание тела может произойти за счет уменьшения энергии эфира, причем для этого нет необходимости совершать внешнюю работу. Но в рассмотренном процессе работа идет на нагревание как шара, так и эфира, или, как пишет Голицын, «работа необходима



потому, что вся энергия нашей системы переходит от низшей температуры к высшей».

Л. Больцман не обращает внимания на этот аспект мысленного эксперимента Бартоли и не решает вопроса о необходимости рассмотрения излучения как части термодинамической системы. Столетов и Соколов в критическом отзыве «По поводу «Исследований» Б.Б. Голицына» также никак не комментируют эти его рассуждения, хотя именно указанное место из §1 его работы является наиболее важным, поскольку здесь излагается новая идея о том, что эфир должен рассматриваться как часть термодинамической системы, участвующая в процессах наряду с материальными телами и имеющая такие термодинамические характеристики, как энергия, температура, давление.

Второй параграф работы Голицына посвящен выводу формулы, связывающей давление светового излучения с мощностью излучения абсолютно черного тела. Впервые эту зависимость вывел Больцман в 1884 г. Голицын предлагает три различных доказательства этой формулы, которые, по его мнению, являются более простыми по сравнению с доказательством Больцмана. **Первое доказательство** Голицына является более простым, чем у Больцмана, из-за использования другой термодинамической системы. Однако цикл, рассмотренный Больцманом, возможно осуществить экспериментально, в то время как доказательство Голицына является исключительно абстрактным. Во **втором доказательстве** Голицын впервые применяет понятие энтропии к термодинамической системе, включающей в себя равновесное излучение. Фактически, поскольку масса дна цилиндра полагается бесконечно малой, а стенки и поршень – зеркальными, их энтропию можно считать равной нулю. Тогда энтропия системы есть энтропия излучения! При этом Голицын не приводит никакого обоснования корректности своего подхода. Он делает неявное предположение, что второе начало термодинамики справедливо для излучения! По крайней мере, в описанном термодинамическом процессе.

Голицын использует понятие энтропии для излучения исключительно в термодинамическом смысле. При этом остается неясным, считает ли он возможным какое-либо статистическое понимание энтропии излучения. Необходимо отметить, что вероятностное истолкование энтропии для идеального газа дал Больцман в статье «О связи между вторым началом механической теории теплоты и теорией вероятностей в теоремах о тепловом равновесии» 1877 года и в более поздних работах. Скорее всего, Голицын знал об этой работе, но в своей диссертации не предпринял попытки дать подобную интерпретацию энтропии излучения. Также неясно, применимо ли, по его мнению, понятие энтропии к любому излучению или же только к излучению абсолютно черного тела.



**Третье доказательство** Голицына основано на рассмотрении специально придуманного обратимого термодинамического процесса.

Столетов и Соколов высказывают следующие критические замечания по поводу доказательств Голицына.

1. По их мнению, эти доказательства являются более длинными, чем доказательство Больцмана. Действительно, рассуждения Больцмана изложены в более сжатой форме, однако это связано с тем, что в указанной статье он излагает упрощенную версию рассуждений, проведенных им в более ранней статье, полагая, что читатель может с ней ознакомиться. Голицын же проводит свои доказательства более подробно, полностью описывая как рассматриваемую систему, так и термодинамический цикл.
2. Столетов и Соколов считают, что доказательства Голицына усложнены с формальной точки зрения по сравнению с доказательством Больцмана. Но в действительности, термодинамическая система, используемая Голицыным в первом и втором доказательствах проще, чем у Больцмана, следовательно, более ясным оказывается и описываемый термодинамический процесс.
3. Доказательства Голицына представляются Столетову и Соколову более сомнительными из-за использования автором зеркальных поверхностей стенок и поршня. Но в первом и втором доказательствах у Голицына одна из поверхностей цилиндра всегда остается абсолютно черной, и этого вполне достаточно, чтобы излучение внутри цилиндра оставалось равновесным. Подобную систему описывает, например, В. Вин в работе 1893 года «Новое о связи между излучением черного тела и вторым законом термодинамики».
4. Относительно третьего доказательства критика Столетова представляется справедливой, поскольку в одном из процессов цикла все поверхности цилиндра являются у Голицына зеркальными, а в этом случае при движении поршня нельзя утверждать, что излучение останется равновесным. Как справедливо замечает Столетов, Голицын мог бы использовать абсолютно черную перегородку вместо зеркальной, в этом случае его третье доказательство совпало бы с доказательством Больцмана.
5. Столетов пишет, что в связи с использованием зеркальных стенок энергия единицы объема у Голицына «становится функцией координат». Но в действительности плотность энергии у Голицына не зависит от координат, поскольку излучение является равновесным, но представляет собой функцию координаты поршня, как это имеет место и в доказательстве Больцмана.

Далее Голицын, повторяя ход рассуждений Больцмана, приходит к известному соотношению между световым давлением и плотностью



энергии излучения, учитывая которое получаем закон Стефана – Больцмана. Фактически, Голицын показывает здесь, что равновесное излучение при адиабатическом процессе можно рассматривать как некоторый идеальный газ.

Третий параграф посвящен попытке применения понятия абсолютной температуры к излучению, но Голицын недостаточно ясно указывает, относится ли выражение для плотности энергии излучения к любому излучению или же только к излучению абсолютно черного тела.

В конце XIX века еще не было достоверно известно, существует ли верхняя граница у спектра абсолютно черного тела, то есть максимальная частота испускаемых им лучей. Голицын оговаривает, что эта частота может зависеть от температуры или же быть равной  $\infty$ . Далее он рассматривает излучение в точке пространства как совокупность «электрических сил», соответствующих различным частотам колебаний. Столетов же подвергает критике попытку Голицына математически выразить плотность энергии излучения. Он утверждает, что вклады в плотность энергии от различных волн не являются независимыми, поскольку они интерферируют друг другом, образуя в общем случае неравномерное распределение энергии. Также он считает невозможным применение формулы Голицына в описываемых им термодинамических процессах.

В общем случае эта формула не может определять плотность энергии для произвольного излучения. Но она справедлива для равновесного излучения, поскольку его плотность энергии одинакова во всех точках пространства, занимаемого излучением, и не меняется с течением времени, если не учитывать флуктуации. Спектральный состав равновесного излучения также остается неизменным. Представление энергии равновесного излучения как суммы энергий невзаимодействующих стоячих волн использовал Рэлей в 1900 году при выводе формулы Рэлей–Джинса. У Голицына же в тех процессах, в которых дно цилиндра остается абсолютно черным, излучение является равновесным, и к нему может быть применена его формула. Она так же может быть также использована, если рассматривать излучение как некоторый идеальный газ.

В итоге Голицын формулирует следующий закон: «Абсолютная температура обуславливается совокупностью всех электрических смещений, и именно четвертая степень абсолютной температуры прямо пропорциональна сумме квадратов всех электрических смещений». Этот закон, по мнению Голицына, может служить для определения абсолютной температуры любого нагретого излучающего тела. Более того, поскольку в формулировке нигде не упоминается излучающее тело и его характеристики, этот закон может быть использован и по отношению к самому излучению. Голицын фактически расширяет понятие температуры, применяя его к излучению.



Столетов отрицает такую возможность, используя следующие аргументы.

1. Тепловое движение частиц и электромагнитное излучение заключают в себе различные формы энергии, поэтому нельзя говорить о температуре излучения, так же как, например, о «температуре работы». Действительно, в конце XIX века не было принято характеризовать излучение температурой, но это не может являться препятствием для попытки расширить область применения этого понятия, если такое расширение будет корректным.
2. Температура характеризует только хаотическое движение, а об излучении как о движении эфира нельзя утверждать, что оно полностью является хаотическим. (Заметим, что вопрос о степени упорядоченности колебаний эфира и движения относительно него частиц «весомых» тел так и остался открытым в связи с прекращением развития эфирной концепции излучения в начале XX века.) Если не рассматривать излучение как колебания эфира, то и в этом случае применение понятия температуры к произвольному излучению остается сомнительным. Поскольку температура является характеристикой термодинамического равновесия, использовать ее для описания неравновесного излучения нельзя или же следует каким-либо образом расширить само понятие температуры.
3. Полная энергия излучения черного и нечерного тела различна при одинаковой температуре излучающих тел. Действительно, этот факт приводит к тому, что температура тела может в общем случае не совпадать с температурой, измеренной термометром или же температура излучения будет отличаться от температуры излучающего тела. Более того, закон Стефана–Больцмана справедлив лишь по отношению к излучению абсолютно черного тела, поэтому для произвольного излучения вывод окажется некорректным.
4. Не всякие электромагнитные колебания приводят к увеличению температуры. В качестве примеров Столетов приводит прозрачное тело и пространство вокруг заряженного проводника, которые не изменяют своей температуры при освещении или увеличении потенциала проводника соответственно. Следовательно, энергия совокупности электромагнитных колебаний в общем случае не может быть использована для определения температуры тела, в котором эти колебания распространяются. Использование закона Голицына в этом случае даст результат, не согласующийся с результатом, полученным при обычном измерении температуры.

Таким образом, можно утверждать, что закон Голицына в силу рассмотренных выше причин не может быть адекватно применен для определения температуры произвольного тела, взаимодействующего с произ-



вольным излучением, если понимать температуру тела как меру хаотического движения образующих его частиц.

Если использовать предположение о существовании эфира как некоторой среды, заполняющей все пространство и служащей для распространения электромагнитных колебаний, то можно говорить о том, что закон Голицына определяет «температуру эфира». При этом «температура эфира» в некоторой области пространства в общем случае может не совпадать с температурой тела, которое там находится. Эта величина характеризует энергию излучения вне зависимости от того, является оно равновесным или нет.

«Температура эфира», вообще говоря, совпадает с обычной температурой только в случае абсолютно черного тела и его излучения. Для всех остальных случаев она является некоторой дополнительной характеристикой, которая может иметь практическое значение, но не обладает смыслом собственно температуры.

В пятом параграфе работы Голицына приведен вывод закона лучеиспускания Кирхгофа–Клаузиуса: лучеиспускательная способность тела в прозрачной среде пропорциональна его лучеиспускательной способности в вакууме, причем коэффициент пропорциональности равен диэлектрической проницаемости среды. Но в своих рассуждениях, как указывает Столетов, Голицын допускает логическую ошибку, т.к. он полагает, что при замене вакуума на прозрачную среду с диэлектрической постоянной  $k$  в  $k$  раз изменяется поток энергии. В действительности в рассматриваемом Голицыным случае в  $k$  раз изменялась бы плотность энергии, поэтому и вывод закона Кирхгофа–Клаузиуса у Голицына несостоятелен.

В заключение работы Голицын делает попытку прояснить смысл второго начала термодинамики, рассматривая адиабатическое расширение и сжатие равновесного излучения. При адиабатическом сжатии совершается внешняя работа. Голицын утверждает, что в необходимости затраты внешней работы для концентрации энергии в меньшем объеме и заключается смысл второго начала термодинамики.

Столетов критикует это положение, замечая, что при адиабатическом процессе необходимость совершения работы для концентрации энергии следует уже из первого начала термодинамики, второе же начало необходимо лишь для доказательства существования светового давления. По Столетову, из существования светового давления и первого начала термодинамики следует справедливость второго начала термодинамики для адиабатического сжатия равновесного излучения. Но второе начало носит более универсальный характер, поскольку оно, в отличие от утверждения Голицына, относится к произвольным процессам.

Также Голицын рассматривает соотношение между энергией излучения, температурой дна цилиндра и совершаемой при адиабатическом



расширении работы. Так как в работу может перейти только часть заключенной в излучении энергии, то Голицын полагает, что это и есть выражение второго начала термодинамики. Но, как отмечает Столетов, в рассматриваемом Голицыным процессе не происходит передачи тепла от внешних источников и сам процесс не является циклическим, поэтому он, в отличие от цикла Карно, не соответствует второму началу термодинамики в формулировке Томсона.

Рассматривая энергию излучения в начале и в конце адиабатического расширения, Голицын выводит соотношение, которое в настоящее время носит название адиабатического инварианта для теплового излучения. Голицын считает, что второе начало термодинамики для излучения можно сформулировать в следующем виде: «При адиабатических и обратимых процессах запас свободной энергии обратно пропорционален корню кубическому из того объема, в котором данная энергия сосредоточена», – и допускает дальнейшие обобщения. В этой формулировке не используется понятие температуры. Столетов критикует это положение, утверждая, что без использования понятия температуры второй закон термодинамики сформулировать невозможно. Однако, хотя непосредственно в доказываемом Голицыным утверждении не говорится о температуре, но понятие температуры неявно в нем присутствует.

### **Выводы**

- Голицын впервые рассматривает эфир как часть термодинамической системы.
- Голицын приводит более простое по сравнению с работой Больцмана доказательство существования давления света. При этом он использует полость, лишь частично состоящую из абсолютно черных поверхностей. В дальнейшем этот прием, несколько модифицированный и известный как введение «черной пылинки», широко использовался при описании мысленных экспериментов с равновесным излучением. Критика Столетова относительно использования зеркальных стенок несостоятельна.
- Невозможно использовать понятие термодинамической температуры по отношению к произвольному излучению. Критика Столетова применения закона Голицына частично справедлива. Определение температуры по Голицыну предполагает изменение сущности этого понятия.
- Закон Голицына для плотности энергии излучения с соответствующими выражениями для входящих в него функций совпадает с формулой Планка.
- Представленный Голицыным вывод закона лучеиспускания Кирхгофа – Клаузиуса ошибочен. Его критика Столетовым справедлива.



- Критика Столетова обобщения Голицыным второго начала термодинамики в целом справедлива.
- Голицын показывает возможность рассмотрения черного излучения как некоторого идеального газа.

*Ст. преп. кафедры общей физики А.Ю. Грязнов*

## ХIII МЕЖДУНАРОДНЫЕ ЧТЕНИЯ ПО КВАНТОВОЙ ОПТИКЕ ВО ВЛАДИМИРСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМЕНИ А.Г. И Н.Г. СТОЛЕТОВЫХ

### *Вести из регионов*

В сентябре 2019 года во Владимирском государственном университете прошли XIII Международные чтения по квантовой оптике (IWQO-2019), тематика которых охватывала многие проблемы квантовой оптики и информатики, нанооптики, фотоники, когерентной и нелинейной оптики, спектроскопии ультрабыстрых процессов. В Чтениях приняли участие более 130 ученых из разных городов России и ближнего зарубежья. Про-



грамма включала около 150 приглашенных, устных и стендовых докладов, среди которых более 15 представили сотрудники физического факультета МГУ.



В год 180-летия со дня рождения А.Г.Столетова проведение Чтений по квантовой оптике во Владимирском государственном университете, который носит его имя, стало особенно знаменательным. Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, сформированный в 2008 году, объединил политехнический и педагогический университеты. Сейчас во ВлГУ 13 факультетов и институтов. Тематически наиболее близкую к нашему факультету кафедру "Физика и прикладная математика" возглавляет профессор С.М.Аракелян, выпускник аспирантуры физфака 1975 года. Если кратко охарактеризовать направления по лазерной физике, которые получили наибольшее развитие в последние годы на нашей кафедре физики и прикладной математики в кооперации с партнерами с других кафедр ВлГУ, а также институтами РАН и промышленными партнерами, то они кратко сводятся к следующим:

- Получение и исследование лазерно-индуцированных тонкопленочных нанокластерных структур с управляемой топологией на твердой поверхности — 4D-технология для элементов и систем фотоники с заданными функциональными характеристиками.
- Исследования в квантовой оптике низкоразмерных структур и проектирование управляющих алгоритмов для квантовых вычислений.
- Разработка твердотельных лазеров на прозрачной оксидной керамике: технологии производства активных элементов с рекордными параметрами.

Так получилось, что в 90-ые годы прошлого века во ВлГУ сформировалась высококвалифицированная группа физико-математического блока из выпускников физического и механико-математического факультетов МГУ им. Ломоносова. Владимирский регион был в то время мощным центром развития военно-промышленного комплекса с уникальными для всей страны достижениями в высокотехнологичном производстве, и профильные факультеты ВлГУ имеют большой опыт выполнения НИ-ОКТР-разработок. Нынешний уровень развития ВлГУ и его потенциал в значительной степени опирается на заложенные ранее традиции с высококвалифицированным кадровым составом и самым современным оборудованием. ВлГУ получает адресные финансовые средства на развитие различных направлений — от фундаментальных исследований до прикладных разработок в наукоемких секторах промышленности, таких как лазерные технологии, нанотехнологии, металлообработка и приборостроение, химические технологии стекол и керамики. Достижения в этих сферах востребованы в космической и атомной отраслях, в энергетике и на транспорте, в оборонно-промышленном комплексе, а также для задач высокотехнологичной медицины, фармации и экологии. Плотно сотрудни-



чает ВлГУ с единственным на сегодняшний день в России Лазерным полигоном ФКП «ГЛП «Радуга», в котором ведутся работы в интересах национальной безопасности по направлению высокотехнологичных лазерных систем и комплексов разного предназначения.

Отдельно хотелось бы сказать о родной для некоторых из нас (особенно, лично для меня) кафедре волновых процессов (нынешней — общей физики и волновых процессов) физического факультета МГУ. Ее выдающиеся руководители, лауреаты Ленинской премии академик Рем Викторович Хохлов и профессор Сергей Александрович Ахманов создали мировую славу отечественной лазерной физике и нелинейной оптике, стали основателями многих пионерских направлений в этих областях и воспитали целую плеяду известных ученых по всему миру. Они до сих пор для меня являются примером беззаветного служения науке, Советской науке, при исключительной человечности и бережном отношении к сотрудникам — от солидных профессоров до студентов и аспирантов. Именно благодаря им мы все в свои студенческие и аспирантские годы объездили всю нашу великую страну — СССР — с научными сообщениями. Главное при этом было научить нас — университетскую молодежь — фундаментальным знаниям, а не вложить информацию с мнимыми компетенциями, между которыми дистанция огромного размера. И эту задачу решали эти великие ученые. Решают ли эту задачу мероприятия современных программ типа «Опоры России» со слоганом «Россия — страна возможностей» — большой вопрос и совсем другая история, тем более, когда речь идет не о научных кадрах, а о «так себе» управленцах.

Р.В. Хохлов и С.А. Ахманов в своих взаимоотношениях с коллегами и молодежью реализовывали, на первый взгляд, два разных подхода: как поддержка наиболее сильных сторон человека и способствование их развитию в коллективе на долгую перспективу его жизни, так и «подстраивание» человека под жесткие стандарты конкурентного научного мира с определённой логикой ломки его личных подходов, но также на долгую перспективу для него. Конечный результат такой наставнической деятельности — успех их учеников. Оба эти подхода таких исключительных людей и ученых, какими были Р.В. Хохлов и С.А. Ахманов, полностью себя оправдали и оправдывают в достижениях их учеников в современных непростых условиях в стране. Правда, ключевым при этом является слово «выдающиеся» для наших учителей, авторитет которых во всем мире был исключительно высок. Они задали всем нам высокую планку в науке и жизни.

...Сейчас этого нет, другие приоритеты и ценности — в прямом смысле этого последнего слова — только деньги и наукометрические/ложные показатели определяют статус ученого без глубокого анализа качества его деятельности и конечного результата, даже не принима-



ются во внимание вопросы национальной безопасности страны. А борьба за рейтинги превратилась в источник дохода для функционеров и/или просто пустую трату средств. Еще более опасно, что научная эмиграция настоящих успешных молодых ученых (до 40–45 лет) резко усилилась в последние годы из России, а миф о возвращении наших соотечественников из-за рубежа оперирует с цифрами об ученых старшего поколения, уже не востребованными на западе. Так что «заграница нам не поможет». Не спасает и заигрывание с молодыми учеными и юными дарованиями в нашей стране за счёт их существенной финансовой господдержки под «лоскутные» проекты без перспектив создания конечного изделия, которое может быть разработано только в оптимально организованном коллективе опытных ученых, воспитывающих адекватную молодежь.

Бездумное стремление соответствовать различным рейтингам в образовании, которые не объективны, делаются по спецзаказам и являются, по сути, бизнесом, разрушает пассионарность в науке и образовании. Разве потенциал МГУ ниже какого-то университета в Швейцарии? Кто может сравниться с МГУ? На этой оптимистичной ноте я и остановлюсь...

*Зав. кафедрой физики и прикладной математики ВлГУ  
доктор физ.-мат. наук профессор Аракелян С.М.,  
выпускник 1975 года аспирантуры физфака МГУ*

## **ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮРИЯ МИХАЙЛОВИЧА РОМАНОВСКОГО**

*31 октября 2019 г. Исполнилось 90 лет профессору кафедры общей физики и волновых процессов физического факультета МГУ доктору физико-математических наук Юрию Михайловичу Романовскому.*

Юрий Михайлович Романовский окончил физический факультет МГУ в 1952 г. и поступил в аспирантуру физического факультета в 1955 г. В 1961 г. защитил кандидатскую диссертацию "Колебания упругого самолета под воздействием атмосферной турбулентности", а в 1975 г. — докторскую диссертацию "Автоколебательные системы с диффузионными связями". С 1958 г. Ю. М. Романовский работает на физическом факультете МГУ с





1982 г. в должности профессора кафедры общей физики и волновых процессов. В 1985 г. ему было присвоено звание профессора, а в 2008 г. звание "Заслуженный профессор МГУ имени М.В. Ломоносова".

Юрий Михайлович Романовский внес большой вклад в решение практически важных проблем, в частности, связанных с разработкой ракетного вооружения подводных лодок, оптимизацией биотехнологических систем и процессов, развитием математических и лазерных методов в биологии и биофизике. В России и мире хорошо известны работы Ю.М. Романовского по математической биофизике и моделированию динамики белковых молекул в рамках общей проблемы связи структурной динамики белков с их функциональной активностью. Ю.М. Романовский продолжает выполнять научную и педагогическую работу, свидетельством чему является недавно опубликованная книга Г. Хакен, П. Плат, В. Эбелинг, Ю.М. Романовский, "Общие принципы самоорганизации в природе и в обществе. Об истории синергетики" (Институт компьютерных исследований, М.–Ижевск, 2018, 420 с.).

*Юрий Михайлович Романовский в течении многих лет был членом нескольких диссертационных советов, под его руководством были подготовлены и защищены 27 кандидатских диссертаций, им были созданы общице и специальные лекционные курсы для студентов физического факультета и факультета ВМиК. Он долгие годы был организатором и ведущим научного семинара "Синергетика: самоорганизация и неравновесные процессы в физике, химии и биологии", регулярно проводившегося в МГУ и получившего международную известность.*

*Однокурснику юбиляра Сергею Александровичу Ахманову принадлежит высказывание: «Юрий Михайлович создал уникальную область науки, где доминируют женщины!» И дело тут, прежде всего, в его поистине рыцарском отношении к прекрасным представительницам лучшей половины человечества. Юрий Михайлович Романовский один из столпов, поддерживающих традиции кафедры и факультета, человек, пропустивший через себя немало исторических эпох и при этом не потерявший себя, незаменимый коллега многих ярких ученых мирового уровня. Коллеги и друзья искренне желают Юрию Михайловичу крепкого здоровья, сохранения в любых, даже самых непростых, ситуациях присущих ему жизнелюбности и оптимизма, радости человеческого общения и результативных встреч с новыми научными вызовами.*

*Профессор МЛЦ МГУА.Ю. Чикишев  
Зав. кафедрой общей физики и волновых процессов профессор В.А. Макаров*

К поздравлению присоединяются многочисленные друзья, коллеги и поклонники юбиляра.

**ИРИНА ВЯЧЕСЛАВОВНА РАКОБОЛЬСКАЯ  
(1919–2016)**

Исполняется 100 лет со дня рождения Ирины Вячеславовны Ракобольской — легенды Московского университета, замечательного ученого и организатора науки, преподавателя, общественного деятеля. Ирина Вячеславовна Ракобольская родилась 22 декабря 1919 г. в г. Данков Липецкой области, в 1938 г. окончила опытно-показательную школу имени А.Н. Радищева и поступила на физический факультет МГУ.

В жизни каждого человека бывает уникальный случай повернуть судьбу, и Ирина Вячеславовна этот случай использовала в полной мере. С первых дней войны Марина Михайловна Раскова реализовывала идею создания женских авиационных полков, 6 октября 1941 г. И.В. Сталин



подписал приказ об их формировании. Соответствующую телефонограмму ЦК ВЛКСМ И.В. Ракобольская приняла 9 октября, когда дежурила в комитете комсомола МГУ. В результате в октябре 1941 г. с 4-го курса физического факультета МГУ И.В. Ракобольская добровольно ушла на фронт. Первой в списке формирующегося полка она записала себя, затем за день успела обзвонить все факультеты и собрать довольно большое число других студенток университета. Отбор смогли пройти 17 девушек из МГУ, а 10 октября они были зачислены в авиагруппу №122 и направлены в авиационную школу в г. Энгельс, в которой И.В. Ракобольская прошла обучение и стала штурманом. Она очень хотела летать штурманом на боевом самолете. Но судьба распорядилась иначе — в феврале 1942 г. И.В. Ракобольская была назначена начальником штаба 46-го гвардейского Таманского Краснознамённого ордена Суворова 3-й степени ночного бомбардировочного авиационного полка — женского авиационного полка в составе ВВС СССР во время Великой Отечественной войны.

С мая 1942 г. до конца войны женский авиационный полк участвовал в боевых действиях на различных фронтах Великой Отечественной войны. При формировании полк был оснащён [самолётами По-2](#), сначала



было 20 таких самолетов, к окончанию войны — 36. Уникальный женский полк ночных бомбардировщиков закончил свой боевой путь под Берлином.



*Начальник штаба 46-го гвардейского Таманского Краснознамённого ордена Суворова 3-й степени ночного бомбардировочного авиационного полка И.В. Ракобольская*

В апреле 1946 года И.В. Ракобольская в звании гвардии майора была демобилизована и вернулась на 4-й курс ядерного отделения физического факультета.

В 1949 году И.В. Ракобольская защитила дипломную работу « $\delta$ -электроны, образованные мюонами космических лучей», выполненную под руководством В.И. Векслера и Г.Т. Зацепина. В 1950–1963 гг. работала ассистентом, в 1963–1977 — доцентом и с 1977 г. — профессором кафедры космических лучей физического факультета МГУ.

С 1967 по 2004 годы была заместителем заведующего кафедрой космических лучей и физики космоса.

Многие научные работы И.В. Ракобольской и созданного ею научного коллектива были пионерскими и стали классикой науки. Можно отметить основные, наиболее значительные этапы этих исследований: изучение электронно-фотонной компоненты в стволах широких атмосферных ливней (ШАЛ) на большой камере Вильсона в Физическом Институте им. П.Н. Лебедева (ФИАН) под руководством С.И. Никольского и Г.Т. Зацепина в 1958 г. В 1962 г. по результатам этих исследований И.В. Ракобольская защитила кандидатскую диссертацию «Энергетические характеристики электронно-фотонной компоненты в стволах ШАЛ».



В 1968 году И.В. Ракобольской в НИИЯФ МГУ была создана лаборатория космических излучений высоких энергий, которой она руководила до 1988 года.

Под ее руководством создана крупномасштабная установка на глубине 60 м (в Московском метрополитене) для изучения энергетического и зенитно-углового распределения мюонов космических лучей с энергиями больше 1 ТэВ. В 1976 году по результатам этого эксперимента И.В. Ракобольская защитила докторскую диссертацию.

Изучение энергетического спектра и углового распределения мюонов позволяет получить важную информацию о характеристиках первичного потока космических лучей на границе атмосферы. Для этого необходимо измерить в области энергий мюонов 1–100 ТэВ одновременно на одной установке зенитно-угловое и энергетическое распределения мюонов в максимально широком диапазоне зенитных углов. При обсуждении проекта эксперимента было предложено использовать в качестве детектора под землей рентгено-эмульсионные камеры (РЭК) большой площади. Для этого требовалось подземное помещение на большой глубине, сотни тонн свинца, тысячи квадратных метров рентгеновской плёнки, различная аппаратура и люди. Руководителем, организатором и исполнителем уникального крупномасштабного эксперимента стала доцент кафедры физики космических лучей МГУ И.В. Ракобольская. Эксперимент был развернут в московском метро, в помещениях бомбоубежища на станциях «Парк культуры» и «Кропоткинская», где работать можно было только по ночам. По постановлению правительства, которого добилась И.В. Ракобольская, были выделены фондируемые материалы — 250 тонн свинца и рентгеновская пленка. В подвале главного здания МГУ был создан проявочный центр, для лаборатории найдены измерительные приборы (микроскопы и фотометры). В работу очень активно включились преподаватели кафедры космических лучей, дипломники, лаборанты.

*При проведении этой работы Ирина Вячеславовна проявила себя как выдающийся организатор науки и блестящий экспериментатор. Последовательно были решены многие методические вопросы эксперимента: проведены оценки точности проявления, регрессии скрытого изображения, рассеяния света в фотометре и плёнке, влияние слоистости свинцового поглотителя. При построении спектра учитывались также возможные искажения спектров из-за влияния флуктуаций. Точность определения энергии каскада была проверена абсолютной калибровкой метода по массе нейтрального пиона, распавшегося в мишени, помещенной над РЭК. Было показано, что энергия индивидуального каскада в интервале 2–5 ТэВ определяется без смещения с относительной ошибкой, равной 20%.*



Таким образом, впервые была создана и экспонирована под землей уникальная крупномасштабная установка из многослойных свинцовых РЭК для изучения процессов генерации мюонов космических лучей высокой энергии. По результатам этого эксперимента в 1975 году И.В. Ракобольская защитила докторскую диссертацию Всего по результатам эксперимента «Мюон» в НИИЯФ МГУ было защищено 6 кандидатских и 1 докторская диссертация, опубликована 1 монография.

И.В. Ракобольская исследовала также процессы взаимодействия адронов с энергией  $10^2$ – $10^5$  ТэВ с атомами воздуха и свинца в грандиозном эмульсионном эксперименте, который в 1971 году начался в горах Памира. В его успешном проведении Ирина Вячеславовна снова проявила свой организаторский талант и сыграла определяющую роль. Эксперимент, получивший название «Памир», проводился в урочище Ак-Архар на высоте 4370 м над уровнем моря. Целью эксперимента было исследование взаимодействий частиц космических лучей с ядрами атомов воздуха при энергиях  $10^2$ – $10^5$  ТэВ. Основным элементом детектора и в этом эксперименте стали РЭК, экспозиция каждой закладки камер длилась около года. Для этих экспериментов использовалось 2000 тонн свинца, площадь РЭК ежегодно достигала 1000 м<sup>2</sup>. Эксперимент продолжался до 1991 г., суммарная экспозиция собранных на Памире камер явилась рекордной по сравнению с аналогичными экспериментами, выполненными за рубежом.

По результатам исследований эксперимента «Памир» в НИИЯФ МГУ было защищено 14 кандидатских и 2 докторских диссертации, опубликовано 3 монографии. Полученные в эксперименте «Памир» результаты являются уникальными и до сих пор широко обсуждаются. Рекордно достигнутое пространственное разрешение частиц, определяющееся возможностями рентгеновской пленки, рекордным является и накопленный в эксперименте статистический материал.

С 1980 г. под руководством И.В. Ракобольской и при ее непосредственном очень активном участии проводились исследования потоков первичного космического излучения в стратосфере (на баллонах) с помощью РЭК. В 1995 году российская и японская группы исследователей начали совместную баллонную программу, направленную на измерение химического состава и энергетических спектров первичного космического излучения в области 1–500 ТэВ прямыми методами. Для того, чтобы выполнить исследования в указанной энергетической области, было проведено 10 успешных длительных баллонных полетов с Камчатки до Вольска на высоте около 33 км с использованием новых легких эмульсионных камер сложной конструкции, позволяющих получить информацию о заряде и энергии частицы единым методом в широком диапазоне энергий. Эксперимент позволил продвинуться в решении фундаментальной проблемы современной астрофизики космических лучей — изучении происхожде-



ния, ускорения и механизмов распространения галактических космических лучей высокой энергии в межзвездной среде.

Всю свою жизнь в Московском университете И.В. Ракобольская училась и работала на кафедре физики космоса отделения ядерной физики физфака МГУ. В развитии кафедры профессору Ирине Вячеславовне Ракобольской принадлежит особая роль. В 1967–2004 гг. профессор И.В. Ракобольская была заместителем заведующего кафедрой, под ее руководством заложены основы учебного процесса, который и поныне успешно реализуется на кафедре. В течение многих лет она читала на кафедре созданный ею фундаментальный курс «Введение в физику космических лучей», по которому учились и учатся многие поколения физиков-космиков. Также под руководством Ирины Вячеславовны был создан практикум по физике космических лучей в рамках специального ядерного практикума ОЯФ. Помимо большой преподавательской работы на отделении ядерной физики физического факультета Ирина Вячеславовна читала курс «Ядерная физика» для студентов-геофизиков геологического факультета. На основе этого курса был издан замечательный учебник. Ирина Вячеславовна в прямом смысле была душой кафедры, она создала ту добрую атмосферу кафедрального коллектива, благодаря которой удается реализовывать все самые сложные задачи.

С 1966 по 1990 гг. И.В. Ракобольская была деканом созданного ею факультета повышения квалификации преподавателей высших учебных заведений по естественным наукам, за 24 года на ФПК прошли переподготовку более 80 тысяч преподавателей со всего Советского Союза. За организацию работы этого факультета И.В. Ракобольская была награждена золотой медалью ВДНХ.

Она являлась членом Ученого совета МГУ, Ученого совета физического факультета МГУ, Научного совета АН СССР по космическим лучам.





Наряду с научной и педагогической работой на физическом факультете МГУ, Ирина Вячеславовна всегда активно занималась общественной деятельностью. С 1987 г. по 1997 г. она создала и возглавила общественную организацию «Союз женщин МГУ» (в настоящее время — «Совет женщин МГУ»).

Ирина Вячеславовна Ракобольская имела множество правительственных наград за военные заслуги. Она была награждена Орденом Красной звезды (1942 г.), Орденом Красного знамени (1945 г.), Орденами Отечественной войны (1 степени — 1944 г. и II степени дважды — 1945 г. и 1985 г.), Орденом «Знак Почёта» и 15-ю медалями.

Ее научно-педагогическая работа в МГУ также отмечена высоким признанием. Она являлась «Заслуженным деятелем науки РСФСР» (1990 г.), «Заслуженным профессором МГУ» (1994 г.), лауреатом Премии имени М.В. Ломоносова за педагогическую деятельность (2003 г.).

Ирина Вячеславовна Ракобольская прожила необыкновенную, яркую, насыщенную трудом и заботами жизнь, практически до последних дней продолжая научную работу, занимаясь со студентами и аспирантами, помогая свои коллегам делом и советами, консультируя их по организационной и методической работе кафедры космических лучей и физики космоса.

*Профессор С.И. Свертилов*

## **НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР «ФИЗИЧЕСКОЕ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ В ГЕОСРЕДАХ»**

Для кафедры физики моря и вод суши Научно-образовательные центры, создаваемые в ведущих институтах РАН, не дань моде, а существенная помощь в организации обучения студентов, помощь в организации научной работы, помощь в оплате сотрудников и студентов, работающих в НОЦ.

Еще в 1997 г. в рамках проекта Федеральной целевой программы «Интеграция» физическим факультетом МГУ в Институте проблем механики РАН им. А.Ю. Ишлинского был создан филиал кафедры физики моря и вод суши физического факультета МГУ. В начале 2000-х годов филиал кафедры трансформировался в Научно-образовательный центр «Потоки и структуры в жидкостях (физика геосфер)», а в 2014 г. был создан но-



вый научно-образовательный центр — «Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах».

НОЦ «Потоки и структуры в жидкостях (физика геосфер)» оборудован уникальными установками, которые внесены в реестр уникальных экспериментальных установок РАН. Ежегодно РАН выделяются средства для их содержания и средства для поддержки научной работы студентов и аспирантов на этих установках. В части оснащения уникальными отечественными измерительными приборами (оптическими, акустическими, контактными), их комплексности, оснащенности современной вычислительной техникой экспериментальный комплекс не имеет аналогов в мире. Подобные лабораторные установки существуют еще только в двух учебно-исследовательских центрах (Лаборатория динамики жидкостей, Департамент прикладной математики и технической физики Кембриджского университета, Великобритания, и Центр водных исследований Университета Западной Австралии, Перт).

НОЦ «Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах» создан на базе лаборатории геомеханики, организованной в 1972 г. выдающимся ученым академиком Сергеем Алексеевичем Христиановичем, автором теории гидроразрыва нефтяного пласта. Лаборатория проводит как фундаментальные, так и прикладные исследования. Одно из основных направлений работы — создание научных основ новых технологий добычи углеводородного сырья, как из традиционных, так и из нетрадиционных источников: сланцевых месторождений, баженовских отложений, угольных пластов. Лаборатория располагает уникальной экспериментальной базой. В НОЦ «Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах» удалось совместить традиционную тематику кафедры, которая реализовывалась в НОЦ ранее и развитие новой актуальной тематики.

Лабораторные комплексы ИПМ РАН органически дополняют лабораторные установки, существующие на кафедре физики моря и вод суши, значительно расширяя диапазон возможных научных исследований студентов и сотрудников кафедры. В ИПМех РАН организован практикум студентов кафедры, что позволяет организовать широкий спектр лабораторных работ. Причем перечень лабораторных работ, многие из которых являются уникальными, органически следует из круга научных задач, изучаемых на установках. Вот названия некоторых лабораторных работ:

- Изучение механизмов формирования тонкой структуры среды;
- Присоединение внутренние волны;
- Боковая конвекция в среде с фазовыми переходами;
- Экспериментальное исследование вихревого течения в многокомпонентной жидкости;



- Моделирование переноса вещества в вихревых течениях со свободной поверхностью;
- Определение типа и степени анизотропии горных пород путем измерения скоростей распространения в них продольных упругих волн и затухания амплитуды колебаний.



*С.н.с. Чаплина Т.О.  
на представлении докторской  
диссертации в мемориальном  
кабинете А.Ю. Ишлинского*

Ответственная за проведение лабораторных работ в НОЦ — старший научный сотрудник кафедры Т.О. Чаплина. Под руководством Чаплиной проводятся научные исследования волновых и вихревых движений в многокомпонентных жидкостях, изучение механизмов структурирования в них. С одной стороны, эти исследования связаны с традиционными гидродинамическими направлениями исследований для НОЦ «Потоки и структуры в жидкостях (физика геосфер)». С другой стороны, эти исследования, в которых изучается, в частности, распространение углеводородов в волно-вихревых структурах жидкости, связаны с

задачами НОЦ «Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах» и имеют экологическую востребованность.

Создание НОЦ «Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах» необходимо для расширения научной тематики кафедры физики моря и вод суши, ориентации ее на проблемы, которые отличаются не только научной актуальностью, но и востребованы жизнью. На Международном форуме «Университеты, общество и будущее человечества», состоявшемся в марте 2019 г., ректор МГУ Виктор Антонович Садовничий обеспечен-



ность энергий и углеводородами отнес к одному из глобальных вызовов человечеству.

За последние годы направленность научных исследований, проводимых в нашей стране, все чаще устремляется в сторону исследований углеводородов и решения проблем нефтегазовой отрасли. Это обусловлено большим количеством причин. Самые главные из них — решающее значение нефтегазовой отрасли для экономики нашей родины, а также необходимость разработки и применения новых, экологически безопасных способов добычи и переработки углеводородов. Первая из них перетекает в решение вопросов по увеличению дебитов нефте- и газоносных скважин, изобретение новых, экономичных способов добычи, а также поиск методов для эксплуатации труднодоступных горизонтов нефтегазоносных осадочных бассейнов (глубиной более 5.5 километров). Вторая же причина продиктована во многом первой: активная добыча нефти существенно влияет на экологическую обстановку в стране. Таким образом, исследования в области геофизики, геологии и нефтяной отрасли в целом становятся ключевыми для науки в Российской Федерации.

Многие считают, что нефтегазовая отрасль ограничивается в основном инженерными изысканиями. Однако нужно помнить, что за всяким инженерным достижением стоят многочисленные и упорные научные исследования. Появление новых способов добычи нефти и развитие уже существующих способов было бы невозможно без предварительных теоретических и экспериментальных открытий в области наук о Земле и петрофизики. Изучение физических свойств горных пород, исследования фракций нефти, расчеты устойчивости нефте- и газоносных скважин — это лишь малая часть проблем, которые решают такие высокие и сложные науки, как геомеханика, гидро- и газодинамика, геоэкология, геофизика в целом и т.д. К сожалению, в нашей стране существует острая нехватка специалистов в столь узких и сложных областях. Это связано как со стремительными темпами роста отрасли и усложнением возникающих задач, так и с отсутствием актуальных программ подготовки специалистов в данных областях, которые зачастую находятся на стыке нескольких разделов науки.

Стоит отдельно подчеркнуть несколько очевидных фактов для раскрытия актуальности и востребованности одной из областей наук о Земле, в частности, геомеханики. В число прикладных исследований данного направления входят изучение прочностных свойств горных пород, решение проблем поддержания устойчивости нефтяных и газовых скважин, повышение дебитов скважин, решение экологических вопросов. Стоимость бурения лишь одной скважины измеряется миллионами долларов, ремонт скважины после частичного обрушения имеет аналогичный порядок цен. Чтобы не допустить ошибок при выборе места, способа бурения,



условий эксплуатации скважины, недопущения ее разрушения в процессе работы, все нефтегазовые компании предварительно проводят либо заказывают подобные исследования у специалистов-геомехаников. Также изыскания такого рода проводят перед процедурой гидроразрыва пласта, направленной на создание и поддержание системы трещин в нефте- или газоносном пласте, для доступа к связанным углеводородам. Цена гидроразрыва имеет порядок миллиардов рублей, а предварительные исследования скважин оцениваются в сотни миллионов рублей. При этом в течение нескольких десятков лет в нашей стране непрерывно финансируются исследования новых, экологически чистых способов повышения продуктивности скважин.

Острая необходимость исследований в данной области диктует и высокий кадровый спрос. С каждым годом государственное финансирование наук о Земле увеличивается, крупные нефтегазовые компании начинают инвестировать все большие средства в разработку более эффективных методов разработки месторождений полезных ископаемых. На базе передовых компаний отрасли возникают новые исследовательские центры по изучению горных пород, углеводородов, альтернативных способов их добычи и т.д. Особая ценность специалистов в области геомеханики связана также с высокой сложностью проводимых исследований, невозможностью полноценного обучения кадров непосредственно на месте работы. Потребность в высококвалифицированных специалистах в области нефтегазовых наук выливается во внушительные размеры оплаты такой сложной и узкопрофильной работы. Нефтегазовые компании делают очень выгодные предложения даже выпускникам без опыта работы. Многие компании ради привлечения молодых специалистов предлагают бесплатное жилье и многие другие льготы, существенно выделяющие начинающих исследователей среди общей массы выпускников.

Не хуже для выпускников обстоят дела и в чисто научной сфере деятельности. Ввиду повышенного спроса на исследования со стороны нефтегазовых компаний, заключаются все новые и новые договоры между государственными исследовательскими институтами и коммерческими организациями. Это приводит к усиленному финансированию любых областей, связанных с нефтяной отраслью. Таким образом, аспиранты и студенты, занимающиеся науками о Земле, в материальном плане уже могут меряться и с опытными инженерами, много лет работающими по специальности. Помимо финансового роста, молодые ученые получают огромное количество материалов для исследований, что позволяет добиваться высокого качества результатов и, как итог, публиковаться в высокорейтинговых журналах.

Одним из популярных мест, где выпускники находят себя, является научный центр в Сколково, а также исследовательские центры на базе



компаний Шлюмберже и Газпром. НОЦ «Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах» активно ведет с ними совместные работы. Эти компании предлагают выпускникам интересную и разнообразную работу с очень высокой оплатой труда и широким выбором области деятельности.

На физическом факультете МГУ специалистов в области геофизики месторождений углеводородов подготавливают на кафедре физики моря и вод суши в рамках научно-образовательного центра «Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах». На базе данного центра уже за 5 лет было выпущено большое количество геофизиков, начавших свою карьеру в нефтегазовой сфере.

Лаборатория геомеханики ИПМех РАН уже давно занимает лидирующую позицию в области исследований горных пород и обеспечивает возможность студентам физического факультета получить качественное образование в области механики месторождений углеводородов. Студенты кафедры имеют возможность выбрать ИПМех РАН как базу для обучения. Здесь им читают спецкурсы, необходимые для того, чтобы стать высококвалифицированными специалистами-геомеханиками в нефтегазовом секторе. С ними проводят лабораторные практические занятия на экспериментальной базе лаборатории геомеханики ИПМех РАН.

Многие из выпускников НОЦ продолжили свое обучение в аспирантуре ИПМех РАН и других институтах РАН. Здесь они продолжают проведение своих научных исследований, получая при этом высококачественное образование и очень достойную оплату труда. Только за последние два года 5 из 11 выпускников кафедры продолжили свою научную карьеру в аспирантуре в РАН в этой области. Некоторые из них при этом стали также сотрудниками нефтегазовых компаний, получая возможность применять получаемые навыки на практике.

В лаборатории функционирует уникальная установка для исследования горных пород — Испытательная система трехосного независимого нагружения (ИСТНН). Аналогичных ей стендов во всем мире насчитывают не более полутора десятков, в России же аналогов и вовсе нет. ИСТНН представляет собой исследовательский комплекс, позволяющий изучать деформационные, прочностные и фильтрационные свойства горных пород с использованием кубических образцов, которые изготавливаются из kernового материала. Установка дает возможность моделировать реальные геомеханические процессы, происходящие в продуктивном пласте при проведении различных технологических операций, в лабораторных условиях. На испытательном стенде проводились и проводятся исследования пород из огромного числа как российских, так и зарубежных месторождений, в том числе Штокмановского месторождения, месторождения им. В. Филановского, Баженовских отложений, Прираз-



ломного и Киринского месторождений. Экспериментальные результаты, полученные на ИСТНН, апробированы на множестве международных конференций. На основе экспериментальных исследований в лаборатории геомеханики был запатентован метод георыхления — экологически чистая альтернатива прочим способам повышения продуктивности скважин. Георыхление успешно применяется на нескольких нефтяных месторождениях и дает прирост дебита в несколько раз.

Студенты физического факультета принимают непосредственное участие в исследованиях, накапливают опыт экспериментальной работы и получают свои первые научные результаты. Студенты участвуют в работах по научным грантам и договорам с такими компаниями, как Газпром, Лукойл, Роснефть. Причем в зависимости от своих интересов студенты могут специализироваться на экспериментальных, численных, либо на аналитических методах исследования.

У выпускников НОЦ открывается широкий выбор будущей деятельности: они могут продолжать заниматься научными исследованиями, находясь на передовом рубеже науки, либо пойти работать в крупные нефтегазовые компании. В институте проблем механики действует аспирантура, в том числе по профильной для будущих геомехаников специальности «механика деформируемого твердого тела» (01.02.04). На базе НОЦ организован выпуск журнала «Процессы в геосредах» (включен в список ВАК, переиздается за рубежом), ежегодно проводится международная научная конференция-школа молодых ученых «Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах». Сборники трудов конференции индексируются в РИНЦ, а избранные доклады издаются в серии «The Springer Proceedings in Earth and Environmental Sciences book series» и индексируются в SCOPUS

Выпускники НОЦ, поступившие в аспирантуру Института проблем механики РАН, продолжают свое обучение и гораздо глубже вникают в области деятельности, соответствующие их интересам. ИПМех РАН дает возможность каждому аспиранту выбрать интересующее его поле деятельности и предлагает при этом достойную оплату, что связано с большим количеством коммерческих исследований на базе института.

Острейшая необходимость дальнейшего развития нефтегазовой отрасли России очевидна сегодня для большинства граждан РФ. Развитие отрасли требует большего числа высококвалифицированных научных исследователей, которых может, среди немногих других вузов РФ, подготовить Научный образовательный центр физического факультета МГУ и ИПМех РАН «Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах».

*Более подробную информацию можно получить на сайтах:*

<http://www.ipmnet.ru/labs/geo/> и <http://geomediacycenter.ru/>



*Аспиранты ИПМех РАН, выпускники физического факультета МГУ  
Химуля В.В., Шевцов Н.И.*

## ИНВАРИАНТЫ ВИТТЕНА–РОЖАНСКОГО И ГОМОЛОГИИ РОЖАНСКОГО–ХОВАНОВА

В 3 номере за 2019 г. «Советского физика» была опубликована заметка редактора газеты К.В. Показеева о выставке в нашей библиотеке «Уравнению Хохлова–Заболотской — 50 лет», и в конце ее было предложено вспомнить, какие есть еще уравнения, носящие фамилии физиковцев.

После прочтения этой заметки я вспомнил про инварианты Виттена–Рожанского и гомологии Рожанского–Хованова.

Я учился в одной группе вместе со Львом Рожанским на астрономическом отделении физфака в 1979–1985 гг. Лев закончил в 1979 г. знаменитую физматшколу № 2 гор. Москвы. В нашей группе астрономов было много талантливых студентов. Лев Рожанский выделялся среди нас своими глубокими познаниями в физике и математике. Особенно сильно его внимание привлекала топология. Я думаю, что в его дальнейшей научной работе это сыграло огромную роль. На старших курсах Лев Рожан-



ский занимался современной космологией. В 1984 г. вышел препринт Института прикладной математики, посвященный численному моделированию крупномасштабной структуры Вселенной (авторы — Л. Рожанский и С.Ф. Шандарин). Тогда это была важная тема в космологии. В конце восьмидесятых годов Лева Рожанский уехал в США на постоянное жительство.



*1979 г. группа студентов-астрономов первого курса.  
Крайний левый — Л. Рожанский, автор статьи В. Зувев — в первом ряду слева*

Что же известно о научной и преподавательской активности Льва Рожанского? По состоянию на октябрь 2019 г. по данным электронной базы Web of Science у Льва Рожанского (Lev Rozansky) 36 статей, опубликованных в ведущих иностранных журналах по физике и математике. Индекс Хирша этих публикаций равен 15, количество цитирований — 1011, а количество цитирующих статей равно 689. Тематика статей такова: квантовая теория поля, конформные теории, топологические квантовые теории, 3-мерные квантовые теории поля, суперсимметрии, струны и суперструны, связь теоретической физики с математикой, особенно с алгеброй геометрии и топологией, квантовые группы, квантовые алгебры теории узлов. Среди соавторов Льва Рожанского есть известные ученые.



Это физик Эдвард Виттен, который работает во всемирно известном Институте перспективных исследований в Принстоне, США, крупный специалист по квантовой теории поля и струнам, автор известной монографии по теории струн (совместно с Грином и Шварцем). Интересно, что совместная статья Виттена и Рожанского 1997 г., которая называлась «Hyper-Kahler geometry and invariants of 3-manifolds», привлекла к себе большое внимание. Появились работы, в которых был введен сначала термин — индекс Рожанского–Виттена, затем последовали термины — теория Рожанского–Виттена, классы Рожанского–Виттена, веса Рожанского–Виттена. В 2004 г. вышла книга Mark Nieper-Wisakirchen “Chern numbers and Rozansky–Wiiten invariants of compact hyper-Kahler manifolds”. Интересно заметить, что индекс Хирша у Виттена равен 141 (один из самых высоких), а количество цитирований приближается к 100000!

Другой соавтор Льва Рожанского — Михаил Хованов, который теперь работает в США. На работы Хованова и совместные работы Рожанского и Хованова 2007 и 2008 гг., также сейчас часто ссылаются многие ученые. Появились такие термины, как гомологии Хованова, гомологии Рожанского–Хованова, комплексы Рожанского–Хованова.

С 2007 г. Лев Рожанский является профессором математики на математическом факультете Университета Северной Каролины в Чепел-Хилле. Под его руководством было защищено несколько докторских диссертаций.

Интересно, что в 2008 г. в Принстоне была защищена диссертация, которая называется: «Duality of Khovanov–Rozansky link homology», автор — Gornik Wojan. Совсем недавно, в 2016 г., также в Принстоне была защищена диссертация: «Khovanov–Rozansky complexes in the knot Floer Cube of resolution», автор — Natan Dewlin.

Пожелаем Льву Владимировичу Рожанскому, который 40 лет назад поступил в МГУ, не забывать родной университет, физфак и ГАИШ и больших успехов в его работе!

*Зуев В. М., однокурсник и одноклассник Льва Рожанского,  
заведующий библиотекой физического факультета МГУ*



## АСТРОНОМИЯ И КОСМОЛОГИЯ НА МОНЕТАХ И БАНКНОТАХ МИРА



Даже в наши дни изучение астрономии во многих странах начинается с яростного отрицания геоцентрического устройства мира, предложенного Аристотелем (384–322 до

н.э.) и обоснованного Клавдием Птолемеем (90–160). Предмет спора, впрочем, не очень ясен. Начало координат можно поместить в любой точке, а расположение тел относительно друг друга не изменится. Геоцентрическая система Птолемея давала более точные координаты небесных тел, нежели гелиоцентрическая система Коперника, которая достигла этой точности лишь при учете законов Кеплера. Вместе с тем ясно, что система, в которой Солнце, Луна и звезды вращаются вокруг Земли, в гораздо большей степени отвечает нашим ощущениям, нежели система, в которой мы сами вращаемся вместе с Землей вокруг Солнца.

Со средних веков вплоть до нашего времени идут дискуссии о происхождении данных, использованных Птолемеем для составления атласа звездного неба и для расчета движения планет, Луны и Солнца. Согласно современным воззрениям, наблюдения, собственно, Птолемея были выполнены в период с 26 марта 127 года по 2 февраля 141 года. Такая точность в определении этих дат обусловлена самой природой астрономических наблюдений. Используя математические методы, можно обратить время вспять и из сегодняшнего расположения светил рассчитать их расположение в любой заранее определенный





промежуток времени.

Птолемей оставил богатое научное наследие, центральное место в котором занимает тринадцатитомный «Альмагест». Название книги не оригинально и появилось в результате обратного перевода с арабского языка свода «Аль-маджести». Изначально монография называлась «Великая компиляция», что, по-видимому, наиболее точно отражает ее содержание. В этой книге содержится математическая теория движения Солнца, Луны и планет, использующая комбинации круговых движений, известных как эпициклы. Вычисления заняли первые два тома «Альмагеста». При вычислении траектории движения Солнца Птолемей использовал не только свои наблюдения, но и ранее полученные данные Гиппарха (190–120 до н.э.). В проведенных Птолемеем расчетах, однако, содержалась систематическая ошибка в определении длины тропического года, которая, естественно, сказалась на точности и других астрономических данных.

Основываясь на наблюдениях равноденствий и солнцестояний, Птолемей предложил простую модель движения Солнца, которое совершает круговое движение с постоянной угловой скоростью, но Земля находится не в центре этого круга, а смещена относительно него на некоторое расстояние, называемое эксцентриситетом. Теория движения Солнца изложена в третьем томе «Альмагеста». В четвертом и пятом томах «Альмагеста» содержится теория

движения Луны. Здесь он следует Гиппарху, который изучал различные фазы движения Луны, рассчитывая интервалы, через которые Луна имеет ту же долготу, ту же широту и ту же скорость перемещения по небосклону. Здесь же Птолемей использует понятие «синодического» месяца как времени между последовательными противостояниями Луны и Солнца. Рассчитав траектории движения Луны и Солнца, Птолемей в шестом томе «Альмагеста» изложил теорию затмений. В седьмом и восьмом томах представлены наблюдения за звездами, причем, сопоставляя их с наблюдениями Гиппарха, Птолемей доказывает, что позиции звезд относительно друг друга неизменны. В звездном каталоге Птолемея указано более





одной тысячи звезд. В оставшихся пяти томах «Альмагеста» изложена теория планетарного движения. Эта достаточно сложная математическая модель является подлинным достижением Птолемея. С использованием небольшого числа параметров она весьма точно описывает движение известных тогда пяти планет. В астрономии ему не было равных со времен Гиппарха до времен Бируни.

Великий энциклопедист Востока Абу Рейхан Мухаммед ибн Ахмед аль-Бируни (973–1048) полагал, что «Всеведение Аллаха не оправдывает нашего невежества» и всю жизнь посвятил накоплению знаний. Его интересовали астрономия и география, математика и физика, геология и минералогия, химия и ботаника, история и этнография, философия и филология и в каждую из этих наук он внес заметный вклад. Как ни удивительно, период великих исторических потрясений в Средней Азии совпал с расцветом науки и культуры, так что в одно время с аль-Бируни творили многие выдающиеся ученые, включая Авиценну (980–1037).

Родился аль-Бируни в южном Хорезме на землях нынешнего Каракалпакистана в городе Кят, который в настоящее время носит его имя. Как и многие образованные люди того времени, он писал на арабском языке, что напоминает ситуацию с использованием латыни в средневековой Европе. При дворе шаха аль-Мамуна он возглавлял Академию, а после завоевания Хорезма султаном Махмудом аль-Бируни переехал в Газни на территории нынешнего Афганистана. Переезд ученого к новому месту жительства не был вполне добровольным, ибо султан рассматривал его в качестве трофея. Вместе с тем правитель создал для аль-Бируни вполне приемлемые условия для работы, а также брал его в свои военные походы. Результатом таких походов в Индию стал фундаментальный труд «Разъяснение принадлежащих индийцам учений, приемлемых разумом или отвергаемых». Эта монография сыграла важнейшую роль в сближении различных культур средневековья, причем аль-Бируни не только знакомил фарсидов и арабов с индийскими достижениями, но и переводил на санскрит труды древних греков. Основываясь на изучении летоисчисления разных народов, аль-Бируни предложил общие принци-

пы составления календарей, заложив тем самым основы новой науки — хронологии.

В 1037 году аль-Бируни написал свой главный труд —

D A 9470643



D A 9470643



«Канон Масуда». Эта работа посвящена астрономии и математике, ибо именно эти науки определяли успех в поливном земледелии и торговых путешествиях. В указанных дисциплинах достижения аль-Бируни оставались непревзойденными в течение нескольких веков. Он сделал вклад в расширение понятия числа, теорию кубических уравнений, сферическую тригонометрию, составил тригонометрические таблицы. Им был изготовлен самый крупный стенной квадрант, позволявший измерять положение Солнца с точностью до 2', дано точное определение наклона эклиптики к экватору и векового изменения этой величины. По степени понижения горизонта при наблюдениях с горы им был предложен новый метод определения радиуса Земли и практически точно определена эта величина (~ 6400 км). Явление утренней и вечерней зари Бируни объяснял как следствие свечения пылинок в лучах скрытого за горизонтом Солнца. Вслед за Арьябатой аль-Бируни допускал, что Земля вращается вокруг своей оси. Понимая различие между огненными телами (Солнцем и звездами) и темными телами (Луной и планетами), Бируни высказывал сомнения в справедливости геоцентрической системы мира Птолемея.

Дальнейшие успехи в развитии средневековой астрономии связаны с именем великого эмира Мухаммада Тарагая Улугбека, который родился в 1394 году в военном обозе своего деда Тимура в Султании на территории современного Ирана. Тимур свою жизнь провел в непрерывных войнах, покорив огромные территории, а его внуку по душе оказались литературные упражнения и научные изыскания. Учителями Улугбека были выдающиеся ученые, которыми славился двор Тимура, и среди них — математик и астроном Салах ад-Дин Кози-заде ар-Руми (1364–1437). Он





показал девятилетнему Улугбеку руины знаменитой обсерватории в Марраге, что, по-видимому, предопределило интересы будущего астронома. Став в пятнадцать лет правителем Мавераннахра, обширной территории в междуречье Сырдарьи и Амударьи со столицей в Самарканде, Улугбек создал уникальную астрономическую обсерваторию.

Развитие астрономии на Ближнем Востоке и в Средней Азии было связано с возникновением и укреплением Арабского Халифата. Строительство многочисленных мечетей требовало определения "киблы" — направления на Мекку, куда мусульмане направляли свои взоры во время молитвы. Введение новой эры "хиджры", исчисляемой со дня перехода пророка Магомета из Мекки в Медину (16 июля 622 года), повлекло за собой необходимость создания нового календаря с датами мусульманских обрядов. Единственно надежным методом ориентации в пространстве и отсчета дат в те времена, равно как и сейчас, были астрономические наблюдения. При дворах наиболее просвещенных правителей стали появляться математические школы и создаваться астрономические обсерватории.

Делом жизни Улугбека и окружающих его ученых стало создание большой обсерватории для наблюдений над Солнцем и составления новых планетных таблиц. В 1417 в Самарканде были собраны крупнейшие астрономы, которые выбрали место для обсерватории и наметили программу ее работ. Строительство было завершено в 1429 году. Главным инструментом обсерватории была гигантская двойная меридианная дуга радиусом около 40 метров. Она была выложена из жженого кирпича и облицована мраморными плитами, на которых были вырезаны обозначения градусов и поставлены градусные метки. Нижняя часть дуги находилась в траншее глубиной 11 метров, вырубленной в скале. Меридианная дуга была встроена в здание, надземная часть которого представляла собой цилиндрическую трехъярусную конструкцию диаметром 46 метров и высотой 30 метров. На крыше обсерватории находилось отверстие (диоптр), через которое свет от небесных светил падал на меридианные дуги.

Меридианная дуга применялась прежде всего для наблюдений за Солнцем с целью определения астрономических постоянных: наклона эклиптики к экватору, годичной прецессии, продолжительности тропического года. По-видимому, с ее помощью также наблюдали Луну, планеты и, возможно, яркие звезды. В эпоху, когда отсутствовали оптические средства наблюдений, только большие размеры инструмента могли обеспечить высокую точность. Инструмент Улугбека был уникальным: один градус на его меридианных дугах имел длину более 70 сантиметров, что позволяло определять координаты Солнца и планет с поразительной точностью. Об этом свидетельствует, например, такой результат: продолжи-



тельность звездного года по Улугбеку равна 365 дням 6 час. 10 мин. 8 сек, что отличается от современных значений всего на минуту.

Обсерватория Улугбека была оснащена также множеством других приборов для выполнения астрономических измерений. В результате 30-тилетних наблюдений, начавшихся



еще в 1417 году, самаркандские астрономы под руководством и при непосредственном участии Улугбека составили «Новые Гурганские Таблицы» — главный труд обсерватории, в котором содержались координаты 1018 звезд, определенных с невиданной ранее точностью. Это было последнее слово средневековой астрономии. Вслед за этим центр астрономических исследований переместился в Европу.

Великий польский ученый, астроном и математик Николай Коперник (1473–1543) стоял у самых истоков научной революции Нового времени. Внешне жизнь Коперника не была богата событиями. За исключением лет учения в Кракове, а затем в Италии, Коперник почти всю сознательную жизнь провел в одном из удаленных уголков Европы — маленьком городке Фромборке, расположенном на побережье Балтийского моря. Именно здесь Коперником были выполнены исследования, влияние которых на последующее развитие науки трудно переоценить.

Основной заслугой Коперника было обоснование положения о том, что видимое движение Солнца и звезд объясняется не обращением их вокруг Земли, а суточным вращением самой Земли вокруг собственной оси и годичным обращением ее вокруг Солнца. Этим самым идее гелиоцентризма, высказанной еще в древности Аристархом Самосским (310–230 до н.э.), было дано научное обоснование и отвергнута господствовавшая до того геоцентрическая система Клавдия Птолемея. Разработанная Коперником теория





позволила ему впервые в истории науки о небе сделать обоснованные выводы о действительном расположении планет в Солнечной системе и с весьма большой точностью определить их относительные расстояния от Солнца.

*По возвращению из Италии в Польшу главным занятием Коперника стали астрономические наблюдения и размышления над ними. Свои наблюдения Коперник производил из служившей ему квартирой башни кафедрального собора, которая так и стала называться «башней Коперника», а также с площадки звонницы. Из большого количества наблюдений, выполненных Коперником, до нашего времени сохранились сведения о 63-х наблюдениях за Луной, Солнцем, планетами и о 3-х наблюдениях за звездами. Для своих наблюдений астроном пользовался не самыми совершенными даже для того времени приборами, наиболее известными из которых были трикветрум (или параллактический инструмент) и «гороскопий» (или солнечные часы). Кроме того, для определения широты и эклиптической долготы Луны и планет Коперник использовал армиллярную сферу, представлявшую собой шесть выточенных из дерева концентрических колец. Первое из них (внешнее) закреплялось на подставке и устанавливалось вертикально в плоскости меридиана, остальные, связанные с первым шарнирно, устанавливались в плоскостях экватора, эклиптики и других меридианов.*

Во Фромборке в период с 1512 года по 1516 год Коперником был выполнен полные циклы наблюдений за движением Луны и Солнца, определены положения Сатурна и Марса в моменты их противостояния, и т.д. Дальнейшая работа Коперника свелась к анализу полученных результатов. К началу научной деятельности Коперника в астрономии общепринятой считалась система мира, предложенная Птолемеем. Согласно этой системе, Землю окружали семь планетных сфер: Луны, Меркурия, Венеры, Солнца, Марса, Юпитера и Сатурна, которые вращались с соответствующими эпициклами и эксцетрами. Сферы иногда понимались как чисто геометрические, а иногда как материальные. Размышляя, нельзя ли найти более рациональное сочетание кругов, по которым движутся планеты, Коперник пришел к выводу, что этого можно добиться при помощи меньшего числа сфер, введя ряд аксиом. Главными из них были положения о том, что центр Земли не является центром мира, а только центром тяготения и центром Лунной орбиты; все сферы движутся вокруг Солнца, расположенного в центре всего; все движения, замечающиеся у небесной тверди, принадлежат не ей самой, но Земле. Именно Земля вращается в суточном движении вокруг неизменных своих полюсов; все замечаемые у Солнца движения не свойственны ему, но принадлежат Земле, вместе с которой мы вращаемся вокруг Солнца, как и всякая другая планета. Таким образом, Земля имеет несколько движений.



Предварительное изложение своего учения Коперник дал в книге «Малый комментарий» в 1516 году, однако основной его труд, книга «О вращениях небесных сфер», был опубликован лишь в 1543 году. Для подтверждения своей теории Коперник провел математические расчеты и сравнил их выводы с собственными астрономическими наблюдениями и с имевшимися в его распоряжении наблюдениями Птолемея. Следует отметить, что для этого Коперник должен был

овладеть всеми известными к тому времени методами математического исследования. Ощущая неполноту имеющихся в его распоряжении знаний, он вынужден был самостоятельно заняться совершенствованием математических средств и методов, имеющих важные приложения в астрономических исследованиях. При этом он упорядочил аппарат сферической тригонометрии, дал оригинальные выводы основных ее теорем, отличающиеся простотой и изяществом. Тригонометрическая часть сочинения Коперника «О вращениях небесных сфер» вышла отдельной книгой, которая заканчивается оригинальными таблицами синусов, вычисленными с точностью до седьмой цифры. Копернику принадлежит также идея введения в вычислительную математику секанса. К сожалению, выпуск книги совпал со временем тяжелой болезни автора, в 1543 году Николай Коперник скончался.

Знаменитый итальянский ученый, философ и поэт Джордано Бруно (1548–1600) был пламенным сторонником и пропагандистом учения Коперника. С 14 лет он обучался в доминиканском монастыре и стал монахом, сменив подлинное имя Филиппо на Джордано. Глубокие знания он получил путем самообразования в богатой монастырской библиотеке. За смелые выступления против догматов церкви и поддержку учения Коперника Джордано Бруно вынужден был покинуть монастырь. Преследуемый церковью, он долгие годы скитался по многим городам и странам Европы. Везде он читал лекции, выступал на публичных богословских диспутах. Так, в Оксфорде в 1583 году на знаменитом диспуте о вращении Земли, бесконечности Вселенной и бесчисленности обитаемых миров в ней он, по отзывам современников, "раз пятнадцать заткнул рот бедняге доктору" — своему оппоненту. В 1584 году в Лондоне вышли его основные философские и естественнонаучные сочинения, написанные на





итальянском языке. Наиболее значительным был труд "О бесконечности вселенной и мирах" (миром называли тогда Землю с ее обитателями).

Учение Бруно опровергало священное писание, опирающееся на примитивные представления о существовании плоской неподвижной Земли. Смелые идеи и выступления Бруно вызвали ненависть к ученому со стороны церкви. И когда в тоске по родине Бруно вернулся в Италию, он был выдан своим учеником инквизиции. Его обвинили в богоотступничестве. После семилетнего заточения в тюрьме его сожгли на костре в Риме на площади Цветов.



Одним из основателей современного естествознания стал Галилео Галилей (1564–1642). Будучи еще подростком, Галилей впервые познакомился с трудами греческих и латинских философов в монастырской школе во Флоренции. В 17 лет он поступил в Пизанский университет для изучения медицины, однако основным его занятием стало изучение физики Аристотеля, сочинений Евклида (325–265 до н.э.) и особенно Архимеда (288–212 до н.э.). В 1584 г. он оставил медицину, а через два года опубликовал оригинальную работу об изобретенных им гидростатических весах и о центрах тяжести телесных фигур. Известный авторитет Галилея быстро росли, чему способствовали не только его обширные знания, но и редкая способность по-новому увидеть давно знакомые, казалось бы, вещи.

Физика в то время сводилась по существу к механике, проблемами которой Галилей занимался в течение всей жизни, но вместе с тем охватывала широкий круг общих мировоззренческих проблем. На месте приблизительных, а порой даже неправильных и наивных представлений, Галилей построил точную науку о движении — кинематику, законы которой впервые были выведены им как обобщение научного эксперимента. Сравнивая движение тел по наклонной плоскости и их свободное па-



дение, Галилей установил единство этих движений, открыл закон свободного падения тел и построил теорию равномерно-ускоренного движения.

Исследования Галилея в области механики, которые он сам считал основными в своей деятельности, в значительной степени определили дальнейшее развитие этой науки. Однако первостепенную роль в формировании нового, современного мировоззрения в области естествознания сыграли в первую очередь астрономические открытия Галилея. Свои наблюдения Галилей начал в 1609 году, когда узнал об изобретении в Голландии зрительной трубы, значительно приближающей удаленные предметы. Заинтересовавшись этим сообщением, Галилей самостоятельно сконструировал зрительную трубу из свинца с двумя стеклянными линзами плоско-выпуклым объективом и плоско-вогнутым окуляром. Увеличение ее (первоначальное в 3 раза) было доведено Галилеем затем до 32. Сразу же Галилей использовал этот инструмент для наблюдения неба; так зрительная труба стала телескопом, положившим начало современной телескопической астрономии.

Впервые Галилей направил свою зрительную трубу на звездное небо в начале 1610 года. Он увидел лунный пейзаж с его кратерами и холмами, который поразил его своей необычной красотой. При этом Галилеем, уже давно стремящимся к физическому обоснованию гелиоцентризма, овладевает мысль, что Луна похожа на Землю. Наблюдаемые холмы и хребты на Луне были видимым опровержением аристотелева противопоставления небесных тел, которые он считал идеальными и неизменными, Земле. Галилей писал, что Луна «не имеет гладкой полированной поверхности, но представляет неровности и возвышения подобно земной поверхности, покрыта огромными горами, глубокими пропастями, обрывами». Он же впервые оценил высоту самых больших лунных гор и отметил характерные для Луны кольцевые горы (цирки).

Галилей обнаружил также в сплошном свечении Млечного пути огромное скопление звезд, невидимых невооруженным глазом, что подтвердило древнюю гениальную догадку Демокрита (460–370 до н.э.) о звездном составе этой бледной туманной полосы. Позже он обнаружил и в других частях неба скопления звезд, которые простому глазу представлялись маленькими млечными пятнами. Таким образом, на основе непосредственных наблюдений Галилей впервые сделал вывод о звездном составе наблюдавшихся туманностей, которые до того принимались за более плотные части твердой небесной сферы, якобы отражавшей солнечные лучи.



Разложение отдельных туманностей на звезды, тогда как другие продолжали оставаться для Галилея млечными, неразложимыми, явилось первым реальным свидетельством колоссальных размеров

звездной Вселенной. К этому выводу Галилея приводили и другие наблюдения. Он отметил, что в то время, как планеты в поле зрения его телескопа имели вид кружков, звезды оставались точками, лишь увеличиваясь в яркости. Это было вторым, после отмеченной Коперником ненаблюдаемости паралаксов у звезд (углов, под которыми со звезды виден диаметр земной орбиты), свидетельством огромной удаленности звезд по сравнению с планетами.

Еще большее впечатление на Галилея произвело открытие им спутников у Юпитера и фаз у Венеры. Уже во время первых наблюдений в 1610 году. Галилей убедился, что обнаруженные им вблизи Юпитера четыре маленькие звездочки, расположенные на одной прямой, изменяют свое положение относительно планеты. Продолжив свои наблюдения, он установил периодичность в движении этих тел, оказавшихся, таким образом, спутниками планеты. Теперь Земля перестала быть единственной планетой, у которой имелся спутник. Луна более не была исключением в системе Коперника, а Земля — единственным центром, вокруг которого должны были, согласно Птолемею, обращаться все небесные тела. Открытие спутников Юпитера более ста лет оставалось, наряду с наблюдением фаз Венеры, единственным неопровержимым фактом, подтверждавшим истинность гелиоцентрической системы Коперника.

Рассматривая в телескоп Сатурн, Галилей заметил по бокам этой планеты странные выступы. В них он также заподозрил вначале спутников планеты. Однако явление все еще оставалось загадочным, и о своем открытии Галилей сообщил, как тогда было принято, в виде анаграммы — строки нарочито переставленных букв, составивших после расшифровки фразу: «Высочайшую планету тройною наблюдал» (в случае подтверждения гипотезы автор анаграммы расшифровывал ее, тем самым приоритет открытия оставался за ним). Однако предположение Галилея не оправдалось: загадочные выступы оказались знаменитым кольцом Са-



турна. Правильное объяснение этого феномена было дано в 1655 году Кристианом Гюйгенсом (1629–1695).

В конце 1610 г. Галилей сообщил об открытии фаз Венеры. В письме Джулиано Медичи он писал: «Я посылаю Вам шифрованное сообщение о еще одном моем новом необычном наблюдении, которое приводит к разрешению важнейших споров в астрономии и которое содержит решающий аргумент в пользу пифагорейской и коперниканской системы».

Наблюдаемые у Венеры фазы были подобны Лунным, то есть последовательные периодические изменения видимой формы планеты, зависящие от ее положения по отношению к Солнцу и Земле.

К тому времени общепринятая догма об особом мире совершенных небесных тел была поколеблена и другими наблюдателями, в числе первых ученых воспользовавшихся телескопами. Речь идет об открытии солнечных пятен. Летом 1611 года голландский астроном Йоханнес Фабрициус (1587–1616) первый со всей определенностью установил существование темных пятен на поверхности Солнца. Он убедительно показал, что эти образования принадлежат именно телу самого светила и доказал по перемещению этих пятен факт вращения Солнца. В 1611 году одним из первых Галилей также наблюдал темные пятна на Солнце. В отличие от ранее открытых изменений пятен за счет эффекта перспективы, при приближении их к краю диска, Галилей впервые отметил реальные и довольно быстрые изменения формы солнечных пятен и уподобил их поэтому облакам в земной атмосфере. Солнце, таким образом, также не выдержало испытания на «совершенство» и «неизменность». Для окончательного подтверждения вращения Солнца чрезвычайно важным было открытие Галилеем в конце 1612 года маленьких ярких образований, которые перемещались по диску Солнца, подобно темным пятнам. Эти свои наблюдения Галилей описал в знаменитом письме «О солнечных пятнах» от 1613 года.

Как видно из писем и комментариев Галилея, он был совершенно убежден в истинности гелиоцентрической системы Коперника. Однако открыто провозгласить это в Италии XVII века значило повторить трагическую судьбу сожженного на костре Джордано Бруно. Поэтому прежде





всего необходимо было убедить в благонамеренности своих открытий католическую церковь. Галилей неоднократно ездил в Рим для объяснения с папой, высшим духовенством и инквизицией. Опубликование самих астрономических открытий еще не вызвало тревоги и даже нашло признание у высоких духовных сановников. Несмотря на официальный запрет в 1616 году пропаганды системы Коперника, Галилей все еще надеялся на приемлемость для католической церкви

его взглядов, правда, изложенных в осторожной форме. Система Коперника должна была при этом представляться лишь как одна из возможных и чисто абстрактных математических теорий. В 1632 году Галилей напечатал с разрешения римской духовной цензуры свой основной астрономический труд «Диалог о двух главнейших системах мира, птолемеевой и коперниковой». Догмы аристотелевой физики, которые лежали в основе мировоззрения, принятого католической церковью, как и сама система Птолемея, терпят в «Диалоге» очевидный крах, а новые идеи Коперника, дополненные еще более революционными идеями Джордано Бруно о бесконечности Вселенной, предстают перед читателями во всей своей очевидности. Уже через несколько месяцев после выхода «Диалог» был изъят из продажи и внесен в папский «Индекс» запрещенных книг, а над Галилеем в 1633 году инквизицией был учинен суд, завершившийся торжественным покаянием и публичным отречением Галилея от «заблуждений», а затем домашним арестом. Последние годы жизни ученый провел под надзором инквизиции в своем доме близ Флоренции.

*Не все выдающиеся ученые обладали ангельской кротостью, но даже в этом ряду своенравным и необузданным характером выделялся датский астроном Тихо Браге (1546–1601). В студенческие годы он подражал со своим земляком на дуэли и потерял кончик носа, в результате чего вплоть до смерти его лицо украшал редкий тогда серебряный протез. Характер астронома формировался в детстве при достаточно необычных обстоятельствах. Двух лет от роду Тихо был похищен из отчего дома родным дядей адмиралом Йоргеном Браге. Приемные родители обеспечили отроку пристойное существование, а в возрасте двенадцати лет направили в Копенгагенский университет. Здесь 21 августа 1560 года он стал свидетелем солнечного затмения, которое тем более*



поразило юношу, что было заранее предсказано его профессорами. С этого момента жизненный путь Тихо Браге стал полностью предопределен и он начал свои, пусть скромные вначале, астрономические наблюдения.

В шестнадцать лет он отправился в Лейпциг, где предполагалось его обучение классическим гуманитарным дисциплинам. Хотя Тихо и уделял им какое-то внимание, главной страстью его оставалась астрономия. Важным событием здесь стало совпадение в горних сферах положений Юпитера и Сатурна. К тому времени, разумеется, движение планет по звездному небу было описано как в системе Птолемея, так и в системе Коперника. Ни одна из них, как оказалось, не давала точной даты этого совпадения, причем Птолемеяева система ошибалась почти на месяц, а Коперниканская – на несколько дней. С азартом молодости Тихо Браге взялся за грандиозную задачу уточнения карты звездного неба. До изобретения телескопа, а это произошло лишь через несколько лет после смерти Тихо, повышение точности измерений достигалось увеличением размеров астрономических инструментов. Тихо Браге начал покупать, а затем и конструировать собственные научные приборы. Первым таким инструментом оказался гигантский деревянный квадрант, воздвигнутый им неподалеку от Аугсбурга. Прибор был очень точен, но настолько массивен, что для его настройки на какой-либо объект требовалось много слуг. Даже при этом за ночь удавалось провести не более одного наблюдения.

По возвращении в Данию, в возрасте двадцати пяти лет Тихо Браге приступил к сооружению своей первой обсерватории. В этот период он увлекался также алхимией и, выйдя как-то (а именно, 11 ноября 1572 года) из затемненной лаборатории вдруг увидел над своей головой новую звезду в созвездии Кассиопеи. Не веря своим глазам, Тихо помчался за своим ассистентом в алхимических упражнениях, который подтвердил ему, что это не мираж и не наваждение. Эта суперновая звезда горела на небе около шестнадцати месяцев и самим фактом своего существования разрушала аристотелеву систему строения мира. Напомним, что, согласно Аристотелю, Вселенная была разделена на идеальный и неизменный в своей идеальности космос и вечно меняющийся подлунный мир.





*О наблюдении суперновой Тихо написал трактат, а затем и прочел курс лекций по астрономии в Копенгагенском университете.*



К этому времени великий астроном уже вступил в права наследства за своими отцом и дядей и недостатка в средствах не испытывал. Вновь он отправился в Европу, встречаясь с видными астрономами того времени, и, наконец, замыслил создать свою обсерваторию в Базеле. Датский король Фредерик II к тому времени уже осознавал, сколь крупного ученого может потерять вверенное ему государство и сделал Тихо поистине царский подарок — остров Вен в Зундском проливе. От такого предложения Тихо отказаться не мог и, при финансовой поддержке короля, построил на острове «Небесный замок — Уранибург». В этом замке размещалась лучшая по тем временам обсерватория, укомплектованная самыми большими и самыми точными астрономическими приборами. Именно здесь Тихо Браге выполнил более чем двадцатилетний цикл наблюдений за звездным небом и необычайно повысил точность в установлении положений Луны, Солнца, планет и звезд. 13 ноября 1577 года он наблюдал комету и пришел к выводу, что она удалена от Земли гораздо больше, чем Луна. Это наблюдение вновь противоречило Аристотелевой модели космоса. Накопление подобных фактов в конце концов привело к тому, что за полвека, примерно с 1575

по 1625 год, Аристотелева модель Вселенной полностью «рассосалась».

В 1599 году Тихо Браге был назначен Имперским Математиком при дворе Рудольфа II, Императора Священной Римской Империи, чья резиденция тогда располагалась в Праге. Вскоре к нему присоединился Иоганн Кеплер, задачей которого стало обоснование модели Вселенной, предложенной Браге.





Во всей истории науки трудно найти человека, подобного Иоганну Кеплеру (1571–1630), который, преодолевая все превратности судьбы, с необычайной настойчивостью и трудолюбием шел к поставленной цели и после долгих блужданий открыл дотоле неизвестные законы природы. Формулировка трех знаменитых законов движения планет Солнечной системы укладывается в шесть строчек, но для вывода их из астрономических наблюдений Кеплеру понадобилось восемнадцать лет напряженной работы. Его трудами был заложен фундамент теоретической астрономии и проложен путь к открытию гравитационного притяжения между всеми материальными телами, без знания которого не было бы возможно развитие таких наук, как физика и механика, а также возникновение современной нам космической эпохи. Законы движения планет, открытые Кеплером и носящие его имя, являются главным плодом его деятельности, но и в других областях точных наук его трудами вписаны новые страницы. Так, в связи с измерением объемов некоторых тел вращения он предвосхитил интегральное исчисление, в оптике ввел понятие светового луча, исследовал преломление света и придал зрительной трубе поныне применяемую в рефракторах конструкцию. Заметный след оставлен им в кристаллографии.

В 1595 году Кеплер, решая с учениками какую-то геометрическую задачу, начертил равносторонний треугольник с вписанной в него и описанной около него окружностями. Внезапно его озарила мысль, которая явилась, по его мнению, ключом к разгадке тайны Вселенной. Прикинув отношение между радиусами окружностей, он заметил, что оно близко к отношению радиусов круговых орбит Сатурна и Юпитера, как они были вычислены Коперником. Далее Кеплер попытался вписать в следующий интервал между Юпитером и Марсом квадрат, между Марсом и Землей — пятиугольник, между Землей и Венерой — шестиугольник. Но дело не ладилось. Тогда Кеплер решил рассмотреть формы трех измерений для пригонки орбит в пространстве. Дело в том, что число правильных трехмерных многогранников, все грани которых являются правильными и равными между собой многоугольниками и все двугранные углы которых равны между собой, ограничено пятью: с числом граней 4, 6, 8, 12 и





20. Важным свойством правильных многогранников является существование для каждого из них вписанного и описанного шаров, центры которых совпадают между собой и с центром многогранника. Кеплер подумал: промежутков между планетами 5, как и число правильных многогранников. Как заманчиво было видеть в этом совпадении мудрость творца! Расчет радиусов сфер, проведенный Кеплером, отличался от вычисленных Коперником расстояний планет до Солнца на 3–10% (для разных планет), причем во всех случаях в сторону ухудшения точности. Однако Кеплер уже не мог отбросить мысль о зависимости между межпланетными расстояниями и правильными многогранниками. Предположив, что каждая из планетных сфер, не будучи материальной, имеет все же некоторую толщину, Кеплер, как ему показалось, достаточно убедительно объяснил видимые расхождения.



Свои размышления Кеплер изложил в книге «Космографическая тайна», вышедшей в 1596 году. Если отбросить неправильную «рабочую гипотезу», мистические и теологические наслоения, в этой книге можно выявить много ценных мыслей и зародыши будущих открытий Кеплера. Уже во введении автор проявил себя как убежденный сторонник учения Коперника. Свою книгу Кеплер послал некоторым выдающимся ученым, в частности датскому астроному

Тихо Браге и уже известному в то время молодому итальянскому ученому Галилео Галилею. Оба они откликнулись, причем Галилей приветствовал появление нового сторонника теории Коперника. Браге же, хотя и

выразил свое отрицательное отношение к априорной теории, пригласил Кеплера как молодого, подающего надежды ученого посетить его обсерваторию.

Эта встреча, однако, состоялась только в 1600 году в Праге и начала новую главу в жизни Кеплера. Браге взял





Кеплера в свою группу и поручил ему наблюдение за планетой Марс. Постепенно Браге оценил трудолюбие и талант Кеплера, однако их сотрудничество прервалось в 1601 году из-за смерти Браге. Кеплеру была поручена забота об инструментах и рукописях Браге, ему присвоили придворное звание императорского математика. Наступило наиболее благоприятное во всей жизни Кеплера десятилетие, в течение которого он выполнил важнейшие исследования в астрономии и оптике. В этот период Кеплером было опубликовано выдающееся сочинение по теоретической астрономии «Новая астрономия». Значение этой книги состоит прежде всего в том, что в ней дан вывод двух из трех знаменитых законов движения планет, названных именем Кеплера. В современной формулировке эти законы звучат так: все планеты движутся по эллипсам, в одном из фокусов которых (общем для всех планет) находится Солнце (1-й закон); площади, описываемые радиусами - векторами планет, пропорциональны времени (2-й закон). Третий закон был опубликован Кеплером позже, в 1619 г. в книге «Гармония мира». Он гласит: квадраты периодов обращения планет относятся как кубы их средних расстояний от Солнца.

Проблемой устойчивости Солнечной системы интересовался известный французский астроном Урбен Жан Жозеф Лаверье (1811–1877). В 1845 году, по совету директора Парижской обсерватории Доминика Франсуа Жака Араго (1786–1853), он занялся задачей движения Урана — седьмой планеты солнечной системы. Уже в конце XVIII века астрономы стали замечать странности в поведении Урана. За почти 50 лет три раза заново вычисляли и уточняли таблицы движения этой планеты, а она упрямо сходила с пути, предусмотренного небесной механикой. В 40-е годы 19-го века расхождение между вычисленными по таблицам и наблюдаемыми положениями Урана достигало десятков угловых секунд, т.е. почти в 100 раз превышало ту наименьшую величину, с которой могли измерять положение небесных тел астрономы. Среди всевозможных гипотез неоднократно высказывалась догадка о более далекой планете, которая своим притяжением возмущает орбиту Урана.

Лаверье с энтузиазмом взялся за решение предложенной Араго задачи. 10 сентября 1845 года появилась его первая работа о движении Урана, где он показал, что никакими известными причинами объяснить его «неправильное» поведение нельзя. За ней последовали вторая и третья работы, в которых сообщались необходимые координаты новой планеты, масса и элементы орбиты. Завершив свои вычисления и учитывая ограниченные возможности французских наблюдателей, Лаверье 18 сентября 1846 г. направил письмо в Берлин, где регулярно выпускались самые точные карты звезд до десятой величины. Получив письмо, астроном Берлинской обсерватории Иоганн Готтфрид Галле (1812–1910) в тот же вечер направил свой телескоп на отмеченное в письме место неба и обна-



ружил необычную звездочку восьмой величины с явно заметным диском (истинные звезды даже в крупнейшие современные телескопы представляются точками). Сравнив ее положение с указаниями звездных карт, Галле убедился, что письмо содержало величайшее открытие. Так в списке больших планет солнечной системы прибавилась еще одна, восьмая по счету, названная затем Нептуном, удаленная от Солнца на 4,5 млрд. км.



Изучение движения планет привело Леверье к одному из интереснейших открытий в науке 19-го века. Исследуя с 1843 года движение Меркурия, он в 1859 году окончательно убедился,

что не все возмущения его орбиты объясняются влиянием известных тел солнечной системы. Леверье установил, что скорость, с которой перигелий орбиты Меркурия обращается вокруг Солнца, на 38 угловых секунд в столетие больше теоретического значения. Сам Леверье пытался объяснить явление возмущающим действием гипотетической планеты, находящейся ближе к Солнцу, чем Меркурий. Однако объяснение наблюдению Леверье было найдено лишь в первой четверти 20-го века: дополнительная скорость перигелия Меркурия оказалась одним из основных следствий новой, более общей, чем ньютоновская, теории тяготения — общей теории относительности Эйнштейна (1879–1955).

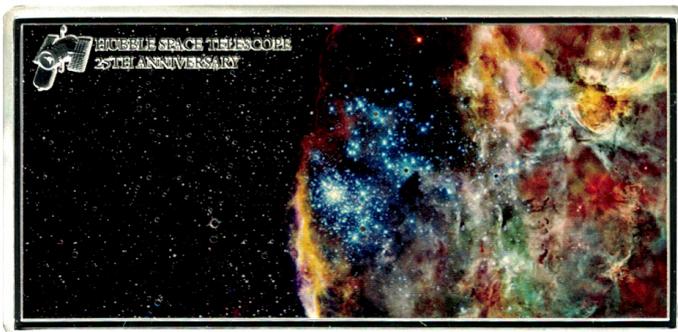
В формировании внегалактической астрономии и наблюдательной космологии выдающуюся роль сыграл американский астроном Эдвин Хаббл (1889–1953). В 1919 году ему была предложена позиция в обсерватории Маунт Вильсон в Калифорнии, где он и проработал всю свою жизнь. Прибытие Хаббла в обсерваторию совпало по времени с запуском крупнейшего в то время 100-дюймового телескопа. В те годы преобладало мнение, что весь космос сосредоточен в пределах галактики Млечного пути. Используя возможности нового телескопа, Хаббл установил присутствие пульсирующих Цефеид в нескольких спиральных туманностях, включая туманность Андромеды и Треугольник. Этот тип пульсирующих звезд меняет яркость с некоторым периодом, что позволяет использовать их в качестве астрономического репера, то есть устанавливать расстояние до них. В 1924 году Хаббл доказал, что указанные туманности расположены слишком далеко, чтобы находиться в составе Млечного пути. Тем



самым была подтверждена идея о множественности галактик, высказанная еще в 1755 году Иммануилом Кантом (1724–1804). Эдвину Хабблу принадлежит также система классификации галактик, известная в настоящее время как последовательность Хаббла.

Дальнейшая работа Хаббла была связана с определением расстояния до 24 внегалактических туманностей. В 1929 году он разработал алгоритм определения расстояний и радиальных скоростей спиральных галактик по их красному смещению. Опираясь на свои результаты и данные других исследователей, Хаббл обнаружил линейную связь между расстоянием до галактики и ее угловой скоростью.

Это открытие, названное впоследствии законом Хаббла, является



неопровержимым доказательством расширения Вселенной. Свет, распространяющийся по расширяющейся Вселенной, испытывает красный сдвиг по механизму, несколько отличному от эффекта Доплера. Следует отметить, что двумя годами ранее Хаббла бельгийский католический священник и физик Джордж Леметр (1894–1966) предсказал линейную зависимость красного сдвига от расстояния, опираясь на гравитационные уравнения Эйнштейна. Более того, он опубликовал данные экспериментальных наблюдений, подтверждающих эту гипотезу.

Еще в 1917 году Альберт Эйнштейн при разработке общей теории гравитации обнаружил, что вселенная должна либо расширяться, либо сжиматься. Не в состоянии поверить своим собственным уравнениям, Эйнштейн ввел в них космологическую постоянную с тем, чтобы исключить эту проблему. Впоследствии Эйнштейн признавал это своей наибольшей ошибкой и даже встречался с Хабблом, чтобы подтвердить ему справедливость предположения о расширяющейся Вселенной. Дело в том, что автор идеи о расширяющейся Вселенной и сам сомневался в справедливости этого предположения. В конце 1941 года Хаббл объявил, что результаты его измерений в обсерватории Маунт Вильсон не подтверждают однозначно концепцию расширяющейся Вселенной. В настоящее время модель расширяющейся Вселенной является неотъемлемой частью глобальной научной картины мира.



главным достижениям относится применение термодинамики к описанию черных дыр, а также разработка теории испарения черных дыр, получившая название излучение Хокинга. Суть этого излучения в том, что черная дыра теряет больше материи, чем поглощает. В результате она испаряется и взрывается. В 1971 году в рамках теории Большого взрыва



Выдающимся астрономам посвящено множество монет и банкнот разных стран мира. Одна из последних в этом ряду семиугольная монета достоинством 50 пенсов, выпущенная в Англии в 2019 году. На этой монете дано стилистическое изображение черной дыры, с которой связывается имя выдающегося английского физика-теоретика, космолога Стивена Хокинга (1942–2018). Основной областью исследований Хокинса стала космология и квантовая гравитация. К его

главным достижениям относится применение термодинамики к описанию черных дыр, а также разработка теории испарения черных дыр, получившая название излучение Хокинга. Суть этого излучения в том, что черная дыра теряет больше материи, чем поглощает. В результате она испаряется и взрывается. В 1971 году в рамках теории Большого взрыва Хокинг предложил понятие микроскопических чёрных дыр, масса которых могла бы составлять миллиарды тонн и при этом занимать объём протона. Эти объекты находятся на стыке теории относительности из-за огромной массы и гравитации и квантовой механики из-за их размера. В начале 2019 года исследователи из научного института имени Вейцмана в Израиле сообщили, что им удалось в лабораторных условиях создать стимулированное излучение Хокинга.

*Заведующий отделением физики твердого тела,  
завкафедрой низких температур и  
сверхпроводимости профессор А.Н. Васильев*

НИКОЛАЙ ОСТРОВСКИЙ — 115 ЛЕТ  
СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ*Наша история*

115-я годовщина со дня рождения Н. Островского прошла незамеченной: осенью было много более важных событий и юбилейных дат. Но удивительное — рядом. В книжном магазине на полке книг, изданных по программе «Школьная библиотека», увидел книгу Николая Островского «Как закалялась сталь»! Среди современной детской литературы поразительно увидеть книгу, представляющую советскую классику. Даже не классику, а культурную книгу, на которой воспитывалось не одно поколение советской молодежи, прежде всего поколение, внесшее определяющий вклад в Победу в Великой Отечественной войне. Конечно, введение в нынешнем издании уже отличается от изданий советского периода, а оформление обложки — наверное, худшее (на мой взгляд) за все сотни изданий книги. При описании жизни и подвига Островского в СМИ и сети сейчас основное внимание уделяется «развенчиванию мифов» об Островском, доказываются никчемность литературных качеств его книг, жизненное кредо писателя подается в сокращенном виде, при этом выхолащивается его суть.

Но оспорить ключевые моменты жизни автора невозможно. Николай Островский, закончив два класса церковно-приходской школы, был вынужден оставить учебу. С 12 лет он работал. В 14 лет (1918 г.) Островский расклеивает большевистские листовки, в 15 лет вступает в Красную Армию. В боях с белополяками он дважды ранен, осколок задевает мозг, правый глаз перестает видеть. В 1920 году Николая Островского комиссуют — в 16 лет! Николай переезжает в Киев, работает электромонтером, учится в техникуме, возглавляет комсомольскую ячейку. В 1921 году вместе с товарищами-комсомольцами строит узкоколейку для подвоза дров и спасает Киев от холода, Островский — один из вожаков-





организаторов этого массового подвига. Важный момент книги «Как закалялась сталь» происходит здесь: это встреча с прежней любовью. Встречаются два мира, прошлое и будущее. Чтобы ни говорили различные комментаторы, именно Корчагин представляет Будущее, понять это не так просто — ведь ложь всегда искусна, а поиск истины требует значительных усилий. Работа в нечеловеческих условиях, старые раны, тиф подрывают силы. В 1924 году ему дают первую группу инвалидности — в 20 лет!

Николай Островский, прикованный к постели, слепой, перенесший несколько операций, создает два романа, которые сыграют огромную роль в воспитании советской молодежи. Как Николай подражал Спартаку, Оводу, Кожухову, так появляются тысячи молодых людей, берущих пример с Павла Корчагина. Островский создал легенду о комсомольце Павле Корчагине и лично показал, что советский человек, комсомолец, даже находящийся в беспомощном положении, может и даже должен совершать невозможное. Именно Николай Островский стал создателем мифа о беспредельных способностях советских людей, мифа о советском сверхчеловеке, мифа, который был воплощен в жизнь тысячами героев-последователей Павла Корчагина. На страницах «Советского физика» неоднократно рассказывалось о таких Людах. Необходимо отметить, что о беспредельных возможностях человека в мировой литературе говорилось неоднократно, справедливость этой мысли доказывалась не раз. Главное — в том, для чего человек совершает это невозможное.

Николай Островский много читал, его любимыми книгами были «Спартак», «Овод», «Андрей Кожухов». Уверен, что среди читателей книг серии «Школьная библиотека» будут и те, кто не только прочтет роман «Как закалялась сталь», но и сделает своим жизненным принципом кредо Николая Островского, причем в неискаженном, а полном варианте:

**«Самое дорогое у человека — это жизнь. Она дается ему один раз, и прожить ее надо так, чтобы не было мучительно стыдно за бесцельно прожитые годы, чтобы не жег позор за подленькое и мелочное прошлое и чтобы, умирая, мог сказать: вся жизнь и все силы отданы самому главному в мире: борьбе за освобождение человечества».**

P.S. Привожу фотографию только молодого Николая Островского. На мой взгляд, не следует помещать фотографии пусть несломленного и полного духовных сил, но больного, лежачего героя.

Герой Павел Корчагин вечно молод, прекрасен, всегда впереди с пашкой на коне. Он уверен: за ним — будущее.

*Показеев К.В.*

МАЛОИЗВЕСТНЫЕ ФАКТЫ РАЗГРОМА  
НЕМЕЦКИХ ВОЙСК ПОД МОСКВОЙ*Первый советский «Оскар»*

Первый советский «Оскар» был получен за документальный фильм «Разгром немецких войск под Москвой». Премия была получена в 1943 г. Режиссеры фильма — Л. Варламов и И.Копелян. В СССР фильм вышел на экраны 23 февраля 1942 г., его создатели удостоились Сталинской премии. Музыкальное сопровождение — 5 симфония П.И. Чайковского. В США фильм назывался «Москва наносит ответный удар».

*И стар и млад встали на защиту Москвы*

Это не красивая фраза. В то время защита Родины рассматривалась как исполнение святого долга и выполнялась всеми людьми. О молодых защитниках Москвы на страницах «Советского физика» рассказывалось неоднократно. А вот пример поведения людей старшего поколения.

В тревожные дни обороны Москвы, после длительных просьб был зачислен рядовым Федор Михайлович Орлов. К тому времени ему было 63 года! За время войн с Японией, Первой мировой, Гражданской он получил 24 ранения, перенес инсульт, паралич и был комиссован из армии. Так командарм 2 ранга орденноносец (Орлов одним из первых получил Орден Красного Знамени), награжденный Золотой шашкой, Золотым



портсигаром, занимавший генеральские должности стал рядовым. Но, как говорят, мастерство не пропешь!

Ф.М. Орлов принимает участие в формировании 6-й Московской стрелковой дивизии народного ополчения (Дзержинского района). Под Ельней уже командует ротой. Об ожесточенности боев тех дней свидетельствует такой факт. 16 августа 1941 г. рота под его командованием выполнила приказ и заняла в ходе боя деревню Алексеевку Коробецкого сельсовета. После боя в роте осталось пять человек, включая командира. Войну Федор Михайлович закончил, командуя дивизией.

Защищая Москву, погибло 1800000 воинов Красной Армии.

### *Музейные пушки на защите Москвы*

Одно из главных направлений наступления немецких войск Солнечногорск — Красная Поляна перекрывали части 16 армии будущего маршала К. Рокоссовского.



*Генерал К.К. Рокоссовский под Москвой*



В частях не хватало противотанковых пушек и просто артиллерии. Не было возможности выделить необходимое и у Верховного Главнокомандующего, который посоветовал обратиться в Военную артиллерийскую академию. Было принято решение использовать музейные (!) пушки периода войны с Турцией 1877–1878 гг. Рокоссовский правильно определил направления танковых ударов врага, и именно туда были выставлены эти древние малоподвижные монстры. Пушки не имели оптических прицелов, из-за старости они не могли выдержать более 10 выстрелов, однако их снаряды обладали мощным зарядом (примерно 40 кг).



*6-дюймовая пушка образца 1877 года*

Было использовано несколько десятков старинных пушек. Снаряд, разорвавшийся даже около танка, переворачивал его. Несколько успешных выстрелов уничтожили первые танки врага. Попытка изменить направление удара оказалась еще менее удачной – там стояли такие же пушки. Потеряв 15 танков, враг отступил, время было выиграно, а через два дня началось наступление Красной Армии.

### ***Сотрудники МГУ на защите Москвы***

В защите Москвы участвовало 150 физфаковцев, из них погибли 32, т.е. четверть всех физфаковцев, погибших за годы войны. Ни одна из крупных битв Великой Отечественной войны не уносила так много жизней физфаковцев, как Московская.

Среди защитников Москвы была и мать Р. Хохлова, будущего академика ректора МГУ — Мария Яковлевна Васильева.



Незадолго до начала войны ее избрали секретарем партийного бюро физического факультета и Института физики. В 1943 году М.Н. Васильева отзывается из Красной Армии на физический факультет, где вскоре успешно защищает кандидатскую диссертацию. Мария Яковлевна Васильева была награждена медалями "За оборону Москвы" и "За доблестный труд в Великой Отечественной войне".

### ***Рыбинская гидроэлектростанция спасает Москву***

Рыбинская гидроэлектростанция в период битвы за Москву сыграла важнейшую роль в обеспечении электроэнергией города и области. К началу войны еще только начались работы по монтажу первых двух гидроагрегатов, но уже 18 ноября 1941 года был запущен первый гидроагрегат. 15 января 1942 года удалось пустить второй гидроагрегат. В 1946–1957 годах станция носила имя А.С. Щербакова (С 1938 года Первый секретарь Московского обкома ВКП(б), Начальник Совинформбюро с 24 июня 1941 года, с июля 1942 года начальник Главного политуправления Красной Армии).

*Показеев К.В.*



СОДЕРЖАНИЕ

Проздравление декана физического факультета МГУ  
профессора Н.Н. Сысоева.....2

Факультет в 2019 году.....3

Встреча Президента РФ В.В. Путина с представителями движения  
студенческих отрядов.....9

Александр Григорьевич Столетов.....12

Столетов против Голицына: кто прав?.....16

XIII Международные чтения по квантовой оптике во Владимирском  
государственном университете имени А.Г. и Н.Г. Столетовых.....24

Поздравляем Юрия Михайловича Романовского.....27

Ирина Вячеславовна Ракобольская (1919–2016).....29

Научно-образовательный центр «Физическое и математическое  
моделирование процессов в геосредах».....34

Инварианты Виттена–Рожанского и гомологии Рожанского–Хованова..41

Астрономия и космология на монетах и банкнотах мира.....44

Николай Островский — 115 лет со дня рождения.....65

Малоизвестные факты разгрома немецких войск под Москвой.....67



Главный редактор К.В. Показеев  
[sea@phys.msu.ru](mailto:sea@phys.msu.ru)

Электронный вариант газеты  
«СОВЕТСКИЙ ФИЗИК»  
смотрите на сайте факультета, страница  
<http://www.phys.msu.ru/rus/about/sovphys>

Ваши замечания и пожелания просьба отправлять по адресу  
[sea@phys.msu.ru](mailto:sea@phys.msu.ru)

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.  
27. 12.2019

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