

- По их мнению, эти доказательства являются более длинными, чем доказа-тельство Больцмана. Действительно, рассеуждения Больцмана изложена в более скатой 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. Голышин же проводит свои доказательства более подробно, полностью описывая как рассмат-риваемую систему, так и термодинамический цикл.
- Столетов и Солоков считают, что доказательства Голышина усилены с формальной точки зрения по сравнению с доказательством Больцмана. Но в действительности, термодинамическая система, используемая Голыши-ным в первом и втором доказательствах проще, чем у Больцмана, Следова-тельно, более ясным оказывается и описываемый термодинамический процес-с.
- Доказательства Голышина представляют Столетову и Солокову более сомнительными из-за использования автором зеркальных поверхностей стенок и поршня. Но в первом и втором доказательствах у Голышина 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 черной тел и вторым законом термодинамики».
- Однозначно третьего доказательства критика Столетова представляет сомнительно, поскольку в одном из процессов почти все поверхности цилиндра являются у Голышина зеркальными, а в этом случае при движе-нии поршня нельзя утверждать, что излучение останется равновесным. Как справедливо замечает Столетов, Голышин мог бы использовать абсолют-но черную перегородку вместо зеркальной, в этом случае его третье доказа-тельство совпадало бы с доказательством Больцмана.
- Столетов пишет, что в связи с использованием зеркальных стенок энергии единицы объема у Голышина становится функцией координат». Но в дей-ствительности плотность энергии у Голышина не зависит от координат, по-скольку излучение является равновесным, но представляет собой функцию координаты поршня, как это имеет место и в доказательстве Больцмана. Далее Голышин, повторяя ход рассуждений Больцмана, приходит к извест-ному соотношению между световым давлением и плотностью энергии излу-чения, учитывая которое получаем закон Стефана — Больцмана. Фактически, Голышин показывает здесь, что равновесное излучение при адиабатическом процессе можно рассматривать как некоторый идеальный газ.

Третий параграф посвящен попытке применения понятия абсолютной тем-пературы к излучению, но Голышин 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 вер-хняя граница у спектра абсолютно черного тела, то есть максимальная частота испускаемых им лучей. Голышин оговаривает, что эта частота может зависеть от температуры или же быть равной ∞. Далее он рассматривает излучение в точке пространства как совокупность «электрических сил», соответствую-щих различным частотам колебаний. Столетов же подвергает критике попытку Голышина математически выразит плотность энергии излучения. Он утверж-дает, что вклады в плотность энергии от различных волн не являются незави-симыми, поскольку они интерферируют друг другом, образуя в общем случае неравномерное распределение энергии. Также он считает невозможным приме-нение формулы Голышина в описываемых им термодинамических процессах.

В общем случае эта формула не может определить плотность энергии для произвольного излучения. Но она справедлива для равновесного излу-чения, поскольку его плотность энергии одинакова во всех точках простран-ства, за исключением излучения, не меняющегося с течением времени, если не учитывать флуктуации. Спектральный состав равновесного излучения также остается не-изменным. Представление энергии равновесного излучения как суммы энергий независимыхстоящих сточных волн использовал Рэлей в 1900 году при выводе формулы Рэя — Джинса. У Голышина же в тех случаях, в которых одна цилиндра остается абсолютно черной, 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 Голышин формулирует следующий закон: «Абсолютная температу-ра обуславливается совокупность всех элктрических смещений, и именно чте-вертая степень абсолютной температуры прямо пропорциональна сумме квад-ратов всех электрических смещений». Этот закон, по мнению Голышина, может служить для определения абсолютной температуры любого нагретого излу-чающего тела. Более того, логично предположить, что закон Голышина опре-деляющее тело и его характеристики, этот закон может быть использован и по отношению к самому излучению. Голышин фактически расширяет понятие температуры, применяя его к излучению.

- Столетов отрицает такую возможность, используя следующие аргументы.
 - Тепловое движение частиц и электромагнитное излучение заключает в себе различные формы энергии, поэтому нельзя говорить о температуре излу-чения, 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 приме-нения этого понятия, если такое расширение будет корректным.
- Температура характеризует только хаотическое движение, а об излучении как о движении эфира нельзя утверждать, что оно полностью является ха-отическим. (Заметим, что вопрос о степени упорядоченности колебаний эфира и движения относительно него частиц «высоких» тел так и остался открытым и связи с прерыванием развития эфирной концепции излуче-ния в начале XX века.) Если не рассматривать излучение как движение эфи-ра, то и в этом случае применение понятия температуры к произвольному излучению остается сомнительным. Поскольку температура является харак-теристикой термодинамического равновесия, использовать ее для описания неравновесного излучения нельзя или же следует какин-либо образом расши-рить само понятие температуры.

- Полная энергия излучения черного и нечерного тела различна при одинако-вой температуре излучающих тел. Действительно, этот факт приводит к тому, что температура тела может в общем случае не совпадать с температурой излучающей среды 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.
- Не всякое электромагнитное излучение приводит к увеличению температу-ры. В качестве примеров Столетов приводит прозрачное тело и пространство вокруг жареного проводника, которые не изменяют своей температу-ры при освещении или увеличении потенциала проводника соответственно. Следовательно, энергия совокупности электромагнитных колебаний в об-щем случае не может быть использована для определения температуры тела, в котором эти колебания распространяются. Использование закона Голыша-на в этом случае даст результат, не согласующийся с результатом, получен-ным при обычном измерении температуры.

Таким образом, можно утверждать, что закон Голышина в силу рассмотренных выше причин не может быть корректно применен для определения температу-ры произвольного тела, взаимодействующего с произвольным излучением, если пони-мать температуру тела как меру хаотического движения образующего его частиц.

Если использовать предположение о существовании эфира как некоторой среды, заполняющей все пространство и служащей для распространения элект-ромагнитных колебаний, то можно говорить о том, что закон Голышина опре-деляет «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 зависимо-сти от температуры тела, которое там находится.

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

В итоге параграф работы Голышина приводит вывод закона лучеиспускания Кирхгофа — Клаузиуса: лучеиспускательная способность тела в прозрачной сре-де пропорциональна его лучепоглощательной способности в вакууме, причем ко-эффициент пропорциональности равен диэлектрической проницаемости среды. Но в своих рассуждениях, как указывает Столетов, Голышин допускает логиче-скую ошибку, так, он полагает, что при замене вакуума на прозрачную среду с ди-электрической постоянной *k* в *k* раз изменяется поток энергии. В действительности в рассматриваемом Голышиным случае в *k* раз изменялся бы плотность энергии, поэтому и вывод закона Кирхгофа — Клаузиуса у Голышина неосостоятелен.

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

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

Также Голышин рассматривает соотношение между энергией излучения, температурой тела цилиндра и совершаемой при адиабатическом расширении работой. Так как а работу может перейти только часть заключенной в излу-чении энергии, то Голышин полагает, что это и есть выражение второго начала термодинамики. Но, как отмечает Столетов, в рассматриваемом Голышиным процессе не происходит передачи тепла от внешних источников и сам процес-с не является циклическим, поэтому он, в отличие от цикла Карно, не соответ-ствует второму началу термодинамики в формулировке Томсона.

Рассматривая энергию излучения в начале и в конце адиабатического расши-рения, Голышин выводит соотношение, которое в настоящее время носит назва-ние адиабатического инварианта для теплового излучения. Голышин счита-ет, что второе начало термодинамики для излучения можно сформулировать в сле-дующем виде: «При адиабатических и обратимых процессах запас свободной энергии обратно пропорционален корню кубическому из того объема, в кото-ром данная энергия сосредоточена», — и допускает дальнейшие обобщения. В этой формулировке не используется понятие температуры. Столетов кри-тикует это положение, утверждая, что без использования понятия температу-ры второй закон термодинамики использовать невозможно. Однако, хотя несовершенство в доказываемом Голышиным утверждении не говоритс о температуре, но понятие температуры неявно в нем присутствует.

Выводы

- Голышин впервые рассматривает эфир как часть термодинамической системы.
- Голышин приводит более простое по сравнению с работой Больцмана дока-зательство существования давления света. При этом он использует полость, лишь частично состоящую из абсолютно черных поверхностей. В дальней-шем этот несомненно модифицированный и некорректный как введение «черной палочки», широко используется при описании мысленных экс-периментов с равновесным излучением. Критика Столетова относительно использования зеркальных стенок неосостоятельна.
- Невозможно использовать понятие термодинамической температуры при второй закон термодинамики, поскольку понятие температуры примене-ния закона Голышина частично справедливо. Определение температуры по Го-лышину предполагает изменение сущности этого понятия.
- Закон Голышина для плотности энергии излучения с соответствующими выражениями для входящих в него функций совпадает с формулой Планка.
- Представление Голышиным закона лучеиспускания Кирхгофа — Клаузиуса ошибочно. Его критика Столетовым справедлива.
- Критика Столетова обобщения Голышиным второго начала термодинамики в целом справедлива.
- Голышин показывает возможность рассуждений черного излучения как нево-торого идеального газа.

Ст. прет. кафедры общей физики А.Ю. Грознов

XIII 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 про-шла XIII Международные чтения по квантовой оптике (WQO-2019), тематика которых охватывала многие проблемы квантовой оптики и информатики, наноптики, фотоники, когерентной и нелинейной оптики, спектроскопии, ультрабыстрых процессов. В Чтениях приняли участие более 130 ученых из разных городов России и ближнего зарубежья. Программа включала около 150 прикладных, 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 кван-товой оптике во Владимирском государственном университете имени Алек-сандра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых, сформированный в 2008 году, объединила политехнический и педагогический университеты. Сейчас во ВлГУ 13 факультетов и институтов. Тематически на-иболее близкую к нашему факультету кафедру «Физика прикладной матема-тики» возглавляет профессор С.М. Аракелян, выпускник аспирантуры физика МГУ 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 институтом РАН и международными партнерами, то они крат-ко сводятся к следующим:

- Получение и исследование лазерно-индуцированных топологиче-ских наноструктур с управляемой топологией на твердой поверхности 4D-технология для элементов и систем фотоники с заданными функ-циональными характеристиками.
- Исследования в квантовой оптике низкоразмерных структур и проектирова-ние управляющих алгоритмов для квантовых вычислений.
- Разработка твердотельных лазеров на прозрачной оксидной керамике: технологии производства активных элементов с резонаторными параметрами. Так получилось, что в 90-е годы прошлого века во ВлГУ сформировалась высококвалифицированная группа физико-математического блока из выпуск-ников физического и механико-математического факультетов ИМ. Ломо-носова. Владимирский регион был в то время мощным центром развития лазеров, лазеры создавались в университетах по всей стране, достоя-нием в высокотехнологичном производстве, и профильные факультеты ВлГУ имеют большой опыт выполнения НИОКР-разработок. Нынешний уровень развития ВлГУ и его потенциал в значительной степени опирается на заложен-ные ранее традиции с высоко квалифицированным 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 технологий стекла и керамики. Достижения в этих сферах вос-требованы в космической и военной отраслях, в энергетике и на транспорте, в оборонно-промышленном комплексе, а также для задач высокотехнологичной медицины, фармации и экологии. Плотно сотрудничает ВлГУ с единствен-ным на сегодняшний день в России Лазерным полигоном ФНП «ГПН «Идауга», в ко-тором 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 руково-дители, лауреаты Ленинской премии академик Рем Викторович Хохлов и про-фессор Сергей Александрович Ахманов создали мировую славу отечественной лазерной физике и нелинейной оптике, стали основателями многих инноваци-онных направлений в этих областях и воспитали целую плеяду известных ученых по всему миру. Они до сих пор и ныне являются примером беззаветного служе-ния науке. Советский научек, при исключительной человечности и бережном отношении к сотрудникам — от солидных профессоров до студентов и аспи-рантов присущим ему жизнелюбивости и оптимизму, радости человеческого общения и результативных ветрях с новыми научными выисками.

Главное при этом было научить нас — университетскую молодежь, — физиче-скими методами мысля, а не всякую информацию с минимым компетенциям, между которыми дистанция огромного размера. И эту задачу решали эти вели-кие ученые. Решают ли эту задачу мероприятия современных программ типа «Опору 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. СССР — с научными сообщениями.

Р.В. Хохлов и С.А. Ахманов в своих взаимоотношениях с коллегами и мо-лодежью реализовывали, на первый взгляд, два разных подхода: как поддержа-ние наиболее сильных сторон человека и способствование их развитию в коллек-тив на долгую перспективу его жизни, так и «поддерживание» человека под жесткие стандарты конкурентного научного мира с определенной долей лоями его лич-ных подходов, но также на долгую перспективу для него. Коллеги, работавшие такой наставнической деятельностью — успех их учеников. Оба эти подхода та-ких исключительных людей и ученых, какими были Р.В. Хохлов и С.А. Ахманов, полностью себя оправдали и оправдают в достижениях их учеников в сов-ременных непростых условиях в стране. Правда, ключевым при этом является слово «выдающихся» 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 нормативные акты. Многие попытки опре-деляют статус ученого без глубокого анализа качества его деятельности и на-чного результата, даже не принимают 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 мир о возвращении наших соотечес-твенников из-за рубежа оперирует с цифрами об ученых старшего поколения, уже не востребованных на западе. Так что «старания нас не помогут».

Не спасает и заигрывание с молодыми учеными и юными дарованиями в нашей стране за счет их существования финансовой поддержки под «заказными» проекты без перспектив создания конечного изделия, которое может быть раз-работано только в оптимально организованном коллективе опытных ученых, воспитывающих адекватную молодежь.

Безудумное стремление соответствовать различным рейтингам в образова-нии, которые не учитывают действий по совершенствованию качества науки, бизнесом, разрушает пассивность в науке и образовании. Разве потен-циал МГУ некий какого-то университета в Швейцарии? Кто может сравниться с МГУ? На этой оптимистичной ноте я и останавливаюсь...

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

Поздравляем Юрия Михайловича Романовского



31 октября 2019 г. исполнилось 90 лет профессору кафедры общей физики и физики оптики и лазерной физики факультета физики МГУ доктору физико-математи-ческих 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 стержня под воздействием атмосферной турбулентности», а в 1975 г. докторскую диссертацию «Авто-колебательные системы с диффузионными связями». С 1958 г. Ю.М. Романов-ский работает на физическом факультете МГУ в должности профессора кафедры общей физики и волновых процессов. В 1982 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 практических важных проблем, в частности, связанных с разработкой ракетного вооруже-ния 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 математиче-ской биофизике и моделированию динамики белковых молекул в рамках общей проблемы связи структурной динамики белков с их функциональной активнос-тью. Ю.М. Романовский продолжает выполнять научную и педагогическую ра-боту, свидетельством чему является недавно опубликованная книга Г. Хаген, П. Плат, В. Эбеллинг, Ю.М. Романовский, «Общие принципы саморганизации в природе и в обществе. Об истории синергетики» (Институт комплексных исследований, М.—Ижевск, 2018, 420 с.).

Юрий Михайлович Романовский в течения многих лет был членом несколь-ких диссертационных советов, под его руководством были подготовлены и защищены 27 кандидатских диссертаций, им были созданы общие и специ-альные лекционные курсы для студентов физического факультета и факульте-та ВМиК. Он долгие годы был организатором и ведущим научного семинара «Синергетика: саморганизация 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 до-минируют женщины!» И дело тут, прежде всего, в его постинте рашское отно-шении к прекрасным представительницам лучшей половины человечества. Юрий Михайлович Романовский один из столпов, поддерживающих традиции кафедры и факультета, человек, пропустивший через себя немало историчес-ких эпох и при этом не потерявший себя, незаменимый коллега многих ярких ученых мирового уровня. Коллектив и друзья искренне желают Юрию Михай-ловичу крепкого здоровья, сохранения в любых, даже самых непростых, ситу-ациях присущим ему жизнелюбивости и оптимизму, радости человеческого общения и результативных ветрях с новыми научными выисками.

Профессор МПФ МГУ А.Ю. Числов
Зав. кафедрой общей физики и волновых процессов профессор В.А. Макаров

К поздравлению присоединяются многочисленные друзья, коллеги и по-клонники юбиляра.

Ирина Вячеславовна Ракобольская (1919–2016)



Исполнилось 100 лет со дня рождения Ирины Вячеславов-ны Ракобольской — выдающегося ученого и организатора науки, преподавателя, об-щественного деятеля. Ирина Вячеславовна Рако-больская родилась 6 декабря 1919 г. в г. Дятлов Липецкой области, в 1938 г. окончила оптико-показывающую школу имени А.Н. Радищева и поступи-ла на физический факультет МГУ. В этот период жизни человек является в полной мере. С первых дней войны Ирина Михайловна Рако-больская была заместителем командира артиллерийского полка, в 1942 г. в боях действий на различных фронтах Великой Отечественной войны. При формировании полка был оставлен сапёрный взвод, в котором Ирина была одним из немногих сапёров, ко-торые остались в полку. В августе 1946 года И.В. Рако-больская защитила диссертацию на тему «О влиянии турбулентности на распространение радиоволн в атмосфере», а в 1975 г. докторскую диссертацию «Авто-колебательные системы с диффузионными связями». С 1958 г. Ю.М. Романов-ский работает на физическом факультете МГУ в должности профессора кафедры общей физики и волновых процессов. В 1982 г. ему было присвоено звание профессора, а в 2008 г. звание «Заслуженный профессор МГУ» имени М.В. Ломоносова.

С мая 1942 г. до конца войны женский авиационный полк участвовал в боях действий на различных фронтах Великой Отечественной войны. В августе 1946 года И.В. Ракобольской в связи с окончанием войны 20-ти-ных сапёров, ко-торые остались в полку. В августе 1946 года И.В. Рако-больская защитила диссертацию на тему «О влиянии турбулентности на распространение радиоволн в атмосфере», а в 1975 г. докторскую диссертацию «Авто-колебательные системы с диффузионными связями». С 1958 г. Ю.М. Романов-ский работает на физическом факультете МГУ в должности профессора кафедры общей физики и волновых процессов. В 1982 г. ему было присвоено звание профессора, а в 2008 г. звание «Заслуженный профессор МГУ» имени М.В. Ломоносова.

В 1949 году И.В. Рако-больская защитила диссертацию на тему «О влиянии турбулентности на распространение радиоволн в атмосфере», а в 1975 г. докторскую диссертацию «Авто-колебательные системы с диффузионными связями». С 1958 г. Ю.М. Романов-ский работает на физическом факультете МГУ в должности профессора кафедры общей физики и волновых процессов. В 1982 г. ему было присвоено звание профессора, а в 2008 г. звание «Заслуженный профессор МГУ» имени М.В. Ломоносова.

В 1949 году И.В. Рако-больская защитила диссертацию на тему «О влиянии турбулентности на распространение радиоволн в атмосфере», а в 1975 г. докторскую диссертацию «Авто-колебательные системы с диффузионными связями». С 1958 г. Ю.М. Романов-ский работает на физическом факультете МГУ в должности профессора кафедры общей физики и волновых процессов. В 1982 г. ему было присвоено звание профессора, а в 2008 г. звание «Заслуженный профессор МГУ» имени М.В. Ломоносова.

В 1949 году И.В. Рако-больская защитила диссертацию на тему «О влиянии турбулентности на распространение радиоволн в атмосфере», а в 1975 г. докторскую диссертацию «Авто-колебательные системы с диффузионными связями». С 1958 г. Ю.М. Романов-ский работает на физическом факультете МГУ в должности профессора кафедры общей физики и волновых процессов. В 1982 г. ему было присвоено звание профессора, а в 2008 г. звание «Заслуженный профессор МГУ» имени М.В. Ломоносова.

В 1949 году И.В. Рако-больская защитила диссертацию на тему «О влиянии турбулентности на распространение радиоволн в атмосфере», а в 1975 г. докторскую диссертацию «Авто-колебательные системы с диффузионными связями». С 1958 г. Ю.М. Романов-ский работает на физическом факультете МГУ в должности профессора кафедры общей физики и волновых процессов. В 1982 г. ему было присвоено звание профессора, а в 2008 г. звание «Заслуженный профессор МГУ» имени М.В. Ломоносова.

1 ТэВ. В 1976 году по результатам этого эксперимента И.В. Ракобольская защитила докторскую диссертацию.

Изучение энергетического спектра и углового распределения мюонов позво-ляло 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 зенит-но-угловое и энергетическое распределения мюонов в максимально широком диапазоне зенитных углов. При обсуждении проекта эксперимента было пред-ложено использовать в качестве детектора под землей рентгено-мюонные камеры (РЭК) большой площади. Для этого требовалось подземное помеще-ние на большой глубине, сотни тонн свинца, тысячи квадратных метров рентге-новской 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 но-чам. По постановлению правительства, которого добился И.В. Ракобольская, были выделены фондируемые материалы — 250 тонн свинца и рентгеново-ые плёнки. В подвале главного здания МГУ был создан проекционный центр, для лаборатории найдены измерительные приборы (микроскопы и фотометры). В работу оверки активно включились преподаватели кафедры космических лучей, дипломники, лаборанты.

При проведении этой работы Ирина Вячеславовна проявила себя как вы-дающийся организатор науки и блестящий экспериментатор. Последовательно были решены многие методические вопросы эксперимента: проведены оценки точности проведения, регрессии скрытого характера, рассеяния света в фотометре и плёнке, влияние слоистости свинцового потопителя. При построе-нии спектра учитывались также возможные искажения спектров из-за влияния флуктуаций. Точность определения энергии каскада была проверена абсолют-ной калориметрической по массе нейтрального пиона, рассчитанной в модели, 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 уникаль-ная крупномасштабная установка из многотонновых свинцовых РЭК для изучения прямой 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 были защищены 6 кандидатских и 1 докторская диссертация, опубли-кованы 1 монография.

И.В. Ракобольская исследовала также процессы взаимодействия альдрон с энергией 102–105 ТэВ в атомах воздуха и свинца в грандиозном мюон-ном эксперименте, который в 1971 году начался в горах Памира. В его успешном проведении Ирина Вячеславовна снова проявила себя организатор-ский талант и сыграла определяющую роль. Эксперимент, получивший назва-ние «Памир», проводился в урочище Ак-Архар на высоте 4370 м над уровнем моря. Целью эксперимента было исследование взаимодействия частиц космо-ических лучей с ядрами атомов воздуха при энергиях 102–105ТэВ. Основным элементом детектора и в этом эксперименте стали РЭК, экспонизия каждой из которых длилась около 10 дней. Для этого экспонизаторы изготовили около 2000 тонн свинца, площадь РЭК ежегодно достигала 1000 м2. Эксперимент продолжался до 1991 г., суммарная экспозиция собранных на Памире камер являлась рекордной по сравнению с аналогичными экспериментами, выпол-нявшимися за рубежом.

По результатам исследований эксперимента «Памир» в НИИЯФ МГУ было защищено 14 кандидатских и 2 докторских диссертации, опублико-вано 3 монографии. Полученные в эксперименте «Памир» результаты являют-ся уникальными и до сих пор широко используются. Рекордно достигнутое пространственное разрешение чистое, определяющееся возможностями рент-геновского плёнки, рекордным является и накопленный в эксперименте статис-тический материал.

С 1980 г. под руководством И.В. Ракобольской и при ее непосредственном очень активном участии проводились исследования потоков первичного кос-мического излучения в стратосфере (на баллонах) и в мезосфере РЭК. В 1995 году российский 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 энергетиче-ской области, было проведено 10 успешных полётов РЭК. В 1996 году, в со-вместии с Камчаткой до Волыка на высоте около 33 км с использованием новых лег-ких мюонных камер сложной конструкции, позволяющих получить ин-формацию о заряде и энергии частицы единым методом в широком диапазоне энергий. Эксперимент позволил продвинуться в решении фундаментальной проблемы современной астрофизики — космических лучей сверхвысокой энер-гии. В результате экспериментов были получены данные о механизмах про-хождения, ускорения и механизмов распространения галактических космиче-ских 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 физика МГУ. В развитии кафедры профессору Ирине Вячеславовне Ракобольской принадле-жит особая роль. В 1967–2004 гг. профессор И.В. Ракобольская была замести-телем заведующего кафедрой, под ее руководством заложены основы учебного процесса, который и поныне успешно реализуется на кафедре. В течение мно-гих лет она читала на кафедре созданный ею фундаментальный курс «Вве-дение в физику космических лучей», по которому учились и учатся многие поколения физиков-космосов. Также под руководством Ирины Вячеславов-ны был создан практикум по физике космических лучей в рамках специального ядерного практикума ОЯФ. Помимо большого преподавательской работы на от-делении 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 пилой кафедры, она создала ту добрую атмосферу ка-федрального коллектива, благодаря которой удалось реализовать все самые сложные задачи.

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

Она являлась членом Ученого совета МГУ, Ученого совета физического факультета МГУ, по космическим лучам. Наряду с научной и педаго-гической работой на физиче-ском факультете МГУ, Ирина Вячеславовна всегда активно принимала участие в общественной и педагогической деятельности. С 1987 г. по 1997 г. она создала и возглавила обще-ственную организацию «Союз женщин МГУ» (в настоящее время — «Союз женщин МГУ»), которая занимается проблемами женщин в науке и образовании. Ирина Вячеславовна Рако-больская имела множест-во правительственных наград за выдающиеся заслуги. Она была награждена Орденом Крас-ной звезды (1942 г.), Орденом Красного знамени (1945 г.), Орде-ном Отечественной войны (1945 г.), Орденом «Знак Почета» (1945 г.), Орденом «Знак Почета» (1945 г.) и 15-ю медалями.

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

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

Профессор С.Н. Сегурлов

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

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

Еще в 1997 г. в рамках проекта Федеральной целевой программы «Интегра-ция» физическим факультетом МГУ в Институте проблем механики РАН им. А.О. Ишпинского был создан филиал кафедры физики моря и вод суши фи-зического факультета МГУ. В начале 2000-х годов кафедра физики моря и вод суши трансформирова-лась в Научно-образовательный центр «Потоки и структуры в жидкостях (физика геофизики)», а в 2014 г. был создан новый научно-образовательный центр — «Физическое и математическое моделирование процессов в геосредах».

НОЦ «Потоки и структуры в жидкостях (физика геофизики)» оборудован уни-кальными установками, которые внесены в реестр уникальных эксперименталь-ных установок РАН. Ежегодно РАН выделяются средства для их содержания и средства для поддержки научной работы студентов и аспирантов на этих ус-тановках. 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 су-ществуют еще только в двух учебно-исследовательских центрах (Лаборатория динамики жидкостей, Департамент прикладной математики и технической физики Кемеровского университета, Великобритания, и Центр водных иссле-дований Университета Западной
