

УСПЕХИ ФИЗИЧЕСКИХ НАУК**ХРОНИКА****ПРИСУЖДЕНИЕ СТАЛИНСКИХ ПРЕМИЙ
ПО ФИЗИКЕ ЗА 1950 ГОД**

В марте текущего года опубликовано постановление Совета Министров Союза ССР «О присуждении Сталинских премий за выдающиеся работы в области науки, изобретательства, литературы и искусства за 1950 г.». Среди выдающихся работ, удостоенных Сталинских премий, ряд работ относится к области физики.

Премия первой степени присуждена академику Дмитрию Владимировичу Скобелёвцу, доктору физико-математических наук Николаю Алексеевичу Добротину и кандидату физико-математических наук Георгию Тимофеевичу Зацепину за открытие и изучение электронно-ядерных ливней и ядерно-каскадного процесса в космических лучах, изложенных в серии статей, опубликованных в журналах «Доклады Академии Наук СССР», «Журнал экспериментальной и теоретической физики» и «Вестник Академии Наук СССР» за 1949—1950 гг.

Известные ещё с 1927 года опыты Д. В. Скобелёва, относящиеся к изучению элементарных процессов в космических лучах, позволили обнаружить существование новых элементарных частиц и показать правильность электромагнитной каскадной теории. Эта теория давала один из возможных механизмов для объяснения наиболее характерного для космических лучей процесса образования потоков, состоящих из большого числа вторичных частиц. Долгое время господствовала точка зрения, что электромагнитная каскадная теория даёт ключ к пониманию всех основных явлений, вызываемых космическим излучением. Даже образование мезонов рассматривалось, как дополнительный, побочный процесс, вызываемый электронами высоких энергий. В связи с этим считалось, что ответственными за образование интенсивных ливней частиц должны быть процессы образования пар и тормозного излучения.

В работах последних лет Д. В. Скобелёва, Н. А. Добротин и Г. Т. Зацепин показали, что в действительности существует совершенно новый процесс ядерного характера, который даёт основу для понимания всех явлений, вызываемых космическим излучением. Этот процесс есть образование электронно-ядерных ливней.

Авторами было показано, что создание потоков вторичных частиц путём электромагнитного механизма каскадной теории играет подчинённую роль. В основе же этих явлений лежат взаимодействия частиц первичного космического излучения высокой энергии с атомными ядрами, определяемые специфическими ядерными, а не электромагнитными силами.

В начальной стадии работ авторы открыли существование «особых» ливней, создаваемых космическими лучами под большими толщинами свинцовых поглотителей. Сильный рост с высотой числа этих ливней дал основание считать, что они возникают в результате нового процесса.

Позднее был установлен состав этих ливней и они были с полным правом названы электронно-ядерными. Эти ливни имеют сложный состав, включая следующие компоненты: 1) проникающие частицы (мезоны), 2) фотоны и электроны, 3) ядерно-активные частицы высокой энергии, способные порождать новые электронно-ядерные ливни и 4) частицы, вызывающие ядерные расщепления обычного, так называемого звёздного типа.

Подобный состав электронно-ядерных ливней показывает, что они образуются в результате взаимодействий, обусловленных ядерными, а не электромагнитными силами.

Наличие ядерно-активных частиц высокой энергии в составе электронно-ядерных ливней позволило утверждать, что существует ядерно-каскадный процесс.

Если первичный протон, вызвавший такой процесс, обладает достаточно большой энергией, тогда рождающиеся частицы, обладая большими энергиями, смогут в свою очередь также образовывать электронно-ядерный ливень, что и приводит к «ядерно-каскадному процессу».

По мере проникновения электронно-ядерных ливней в толщу атмосферы электронно-фотонная компонента вследствие каскадного размножения постепенно накапливается и на больших глубинах становится преобладающей.

Открытие электронно-ядерных ливней и ядерно-каскадного процесса вскрывает механизм образования различных компонент космического излучения, создаваемых первичными частицами с энергиями от 10^{10} до 10^{17} эв. Это впервые дало возможность нарисовать общую картину происхождения частиц сверхвысоких энергий через вещество.

Работы Д. В. Скобельцына, Н. А. Добротина, Г. Т. Зацепина и их сотрудников вскрыли основной механизм взаимодействия космических лучей с веществом и дали прочную основу для дальнейшего развития учения о космических лучах *).

Премии второй степени удостоена работа профессора Василия Васильевича Тарасова, который создал квантовую теорию теплоёмкости гетеродинамических структур.

Квантовая теория теплоёмкости и внутренней энергии твёрдых тел, возникшая в начале нашего столетия на новых принципиальных основах, заложенных в трудах Планка, Дебая и Эйнштейна, имеет в настоящее время огромное значение для теории твёрдого тела и для ряда прилегающих областей науки.

Одним из фундаментальных выводов квантовой теории теплоёмкости твёрдых тел является известный закон Дебая, согласно которому теплоёмкость любого твёрдого тела при достаточно низких температурах должна убывать пропорционально кубу абсолютной температуры. Однако, как было обнаружено опытными измерениями, этот закон вполне оправдывается для одних тел и совершенно не оправдывается для других.

Основная идея работ В. В. Тарасова, начатых им ещё в 1942 г., заключается в том, что в зависимости от особенностей структуры кристаллической решётки, твёрдое тело можно рассматривать не только как трёхмерный континуум, как это было сделано первоначально Дебаем, но и как двухмерный (для слоистых структур) и одномерный (для цепных структур). На основании этих представлений В. В. Тарасов получает три формулы для внутренней энергии тела и, дифференцируя их по температуре, — три формулы для теплоёмкости, относящиеся к одно-, двух- и трёхмерному континууму. Для низких температур теплоёмкости оказываются пропорциональными температуре в степени, равной измерению континуума.

*) Частичное изложение результатов этих работ содержится в статье Д. В. Скобельцына, Природа космического излучения, УФН, т. XLI, в. 4 (1950), стр. 331.

Вычисления Тарасова показывают, что теплоёмкости окисла сурьмы и мышьяка и теплоёмкость металлического Se прекрасно подчиняются закону линейного континуума; теплоёмкости кристаллов со структурой слоистых решёток $MgCl_2$, $MnCl_2$, $FeCl_2$ подчиняются закону двухмерного континуума. Такому же закону подчиняются теплоёмкости слоистых кристаллов мышьяка, сурьмы, галлия и хлористого железа.

Вводя представление о боковом взаимодействии слоёв и цепочек, Тарасову удалось получить формулы для теплоёмкостей, вполне удовлетворительно передающие экспериментальные данные. Исследования В. В. Тарасова не только устраняют многочисленные расхождения между теорией и опытом, давая им новое и принципиально правильное количественное объяснение, но и открывают возможность судить о структуре и о расположении различных по своей природе внутренних связей даже тогда, когда они не проявляются внешним образом в анизотропии (например, в стёклах и полимерах).

Работы профессора Якова Петровича Терлецкого по теории происхождения космических лучей, удостоенные Сталинской премии второй степени, являются продолжением и развитием его работ по теории бетатрона. Известно, что основы теории бетатрона были развиты Я. П. Терлецким ещё до практического осуществления этого прибора. Идеи, положенные им в основу созданной теории бетатрона, были в дальнейшем использованы автором для объяснения происхождения космических лучей.

Общая картина возникновения космических лучей представляется при этом следующим образом.

Заряженные частицы ускоряются вихревым электрическим полем и движутся от поверхности звезды, нависая на магнитные силовые линии. Часть их возвращается к поверхности звезды, другая же часть, исходящая из областей вблизи полюсов, двигаясь по силовой линии, может совсем покинуть звезду и уйти в мировое пространство, образуя первичную компоненту космических лучей.

Исследования Я. П. Терлецкого показали, что предложенная им схема вполне удовлетворительно объясняет изотропность первичной компоненты (что является следствием большого числа намагниченных звёзд), порядок средней энергии первичных космических частиц (10^{10} эв), протонный состав первичной компоненты и наличие в ней ионов тяжёлых элементов. Последнее было обнаружено вскоре после опубликования работ Терлецкого.

В настоящее время не существует общепринятой, вполне свободной от противоречий точки зрения на происхождение космических лучей. Исследования Я. П. Терлецкого являются одной из первых и удачных попыток в этом направлении. Последний, наиболее полный, вариант теории происхождения космических лучей изложен в статье Я. П. Терлецкого «О происхождении космических лучей», УФН, т. LXIV, вып. 1, стр. 46, 1951 г.

Член-корреспондент Академии наук Украинской ССР, профессор Борис Георгиевич Лазарев удостоен Сталинской премии второй степени за исследование свойств металлов при низких температурах и за новый метод обогащения гелия лёгким изотопом. В этих исследованиях открыт и изучен ряд явлений и значительно развиты представления по сверхпроводимости, по электрическим, магнитным и гальваномагнитным свойствам металлов при низких температурах и по разделению изотопов гелия.

По сверхпроводимости металлов исследовано: а) изменение свойств сверхпроводников под влиянием всестороннего сжатия высоким давлением, б) свойства сверхпроводников в переменном электромагнитном поле.

В воздействии всестороннего сжатия на решётку металлов можно пытаться выяснить роль межатомных расстояний на явления сверхпроводимости.

Крупным затруднением на пути этих исследований было отсутствие метода для создания при температурах жидкого гелия давлений, доста-

точно высоких для точных количественных измерений изменения сверхпроводящих характеристик металлов. Обычные методы создания высоких давлений при этом непригодны, так как они основаны на передаче давления на испытуемый объект при помощи жидкости или газа. При температурах же жидкого гелия нет среды, которая не переходила бы в твёрдое состояние. Даже жидкий гелий непригоден в качестве такой среды, так как он уже при давлениях в несколько десятков атмосфер становится твёрдым и не может передать созданного компрессором давления.

В работах Лазарева была разработана методика создания измерения высоких давлений при сколько угодно низких температурах. Был разработан прибор для измерения электропроводности и сверхпроводимости при давлениях 1370 и 1730 кг/см^2 .

Методика очень проста и основана на хорошо известном свойстве ряда веществ увеличиваться в объёме при переходе из жидкого состояния в твёрдое. Из таких веществ использована вода, для которой в область низких температур продолжена диаграмма вода — лёд и точно определены значения давления, развиваемого в приборе.

Путём систематического исследования было установлено влияние всестороннего сжатия на температуру перехода в сверхпроводящее состояние и на величины критического магнитного поля для ряда металлов Sn, Ti и др. Поставив это явление в связь с существованием объёмного эффекта при переходе, Б. Г. Лазарев сумел путём тонких опытов дать бесспорное экспериментальное доказательство наличия последнего эффекта.

Важный вопрос о времени, требующемся на переход из нормального в сверхпроводящее состояние, был успешно разрешён применением токов звуковой частоты для разрушения сверхпроводимости и осциллографической методики. В результате удалось установить скорость распространения границы сверхпроводящей фазы.

Большой интерес представляет открытие Б. Г. Лазаревым ступенчатого (или зигзагообразного) хода температурной зависимости сопротивления олова в области перехода в сверхпроводящее состояние. Явление это изучено очень подробно. Оно имеет большое теоретическое значение.

Много экспериментов проведено для всестороннего изучения ранее открытых другими исследователями эффектов периодической зависимости электросопротивления, а также диамагнитных свойств кристаллов от силы магнитного поля (эффект Шубникова и де Гааза — Альфена).

Помимо упомянутых работ, Б. Г. Лазарев провёл работы по обогащению лёгким изотопом обычного гелия. Получение чистого лёгкого изотопа гелия связано с очень большими трудностями, возникающими из-за крайне малого содержания его в исходном гелии. Концентрация He^3 в гелии, получаемом из газовых скважин, колеблется от $0,6 \cdot 10^{-7}$ до $2 \cdot 10^{-7}$.

Лазаревым была разработана весьма эффективная и вместе с тем достаточно простая методика выделения лёгкого изотопа. Она базируется на обстоятельных исследованиях различных свойств жидкого гелия и состоит из двух ступеней. В первой ступени обогащение в несколько тысяч раз достигается применением термомеханического эффекта, на основе которого разработан своеобразный насос, выбрасывающий с большой производительностью тяжёлый изотоп гелия. Во второй ступени происходит дальнейшее обогащение в несколько сот раз.

Премия первой степени присуждена профессору Сергею Яковлевичу Соколову с коллективом инженеров за изобретение ультразвукового микроскопа и метода импульсной ультразвуковой дефектоскопии.

Развивая свои исследования по ультразвуку, С. Я. Соколов создал новую аппаратуру для ультразвуковой дефектоскопии и микроскопии *).

*) См. С. Я. Соколов, Современные проблемы применения ультразвука, УФН, т. XL, в. 1 (1950), стр. 3.

Наиболее принципиальное значение представляют работы Соколова по созданию ультразвуковой микроскопии.

Созданный образец этого микроскопа показывает возможность весьма чёткого наблюдения ряда деталей и процессов динамического характера внутри непрозрачных тел. Поскольку действие ультразвукового микроскопа основывается на совершенно иных свойствах, можно предполагать, что он позволяет обнаруживать и исследовать детали, совершенно недоступные для оптики. Широта перспектив применения ещё больше увеличивается, если учесть весьма малое поглощение ультразвука в таких телах, как металлы, бетон, дерево, жидкости. Это позволяет производить исследования при очень больших глубинах в непрозрачной среде, и в этом отношении ультразвуковой метод является гораздо более эффективным, чем рентгеновский.

Импульсные дефектоскопы С. Я. Соколова позволяют выполнять ответственные испытания структур металлов, деталей машин и металлических отливок, глубины закалки и т. п.

Благодаря очень малой длине звуковой волны, малой длительности импульса (доли микросекунды) и совершенной конструкции пьезоэлектрических шупов, дефектоскопы Соколова имеют очень большую разрешающую силу и позволяют обнаруживать мельчайшие изъяны и неоднородности структуры металла на глубинах до 5—10 м.

Группе физиков в составе академика Сергея Ивановича Вавилова, профессоров Вадима Леонидовича Лёвшина, Валентина Александровича Фабриканта, Марии Александровны Константиновой, и научных сотрудников Фатимы Асланбековны Бутаевой и Виктора Ивановича Долгополова присуждена Сталинская премия второй степени за разработку люминесцентных ламп *).

В люминесцентных лампах электрическая энергия разряда в парах ртути превращается в ультрафиолетовое излучение ртути, а ультрафиолетовое излучение поглощается в слое кристаллических люминофоров, нанесённом на стенки лампы, и превращается им в видимый свет. Такое преобразование электрической энергии в световую оказалось в 3—4 раза экономичнее, чем получение видимого света при температурном излучении, используемом в лампах накаливания.

К основным преимуществам люминесцентных ламп относится также возможность изменения спектрального состава их излучения в соответствии с техническими требованиями, без уменьшения их светоотдачи. В частности, с помощью люминесцентных ламп могут быть получены высокоэкономичные источники, дающие излучение, близкое по составу к дневному свету.

Конструктивная и технологическая разработка люминесцентных ламп, была основана на использовании результатов ряда экспериментальных и теоретических исследований, давших возможность установить оптимальные значения параметров ламп.

Академиком С. И. Вавиловым был установлен обобщённый закон энергетического выхода люминесценции.

Далее были выяснены основные факторы, определяющие высокий выход ультрафиолетового излучения в разряде. Для проведения этих исследований разработан новый экспериментальный метод — метод люминесцентных зондов.

Было детально изучено влияние состава люминофоров на спектры их излучения и на выход свечения в условиях горения лампы и таким путём найдены оптимальные условия изготовления люминофоров для люмине-

*) Некоторые стороны этих исследований рассмотрены в статье В. Л. Лёвшина «Свечение активированных кристаллов», УФН, т. XLIII, в 3 (1951), стр. 426.

сцентных ламп. Разработан метод нанесения люминофоров на внутренние стенки ламп. Первые образцы ламп и технология их изготовления были переданы заводу МПСС, совместно с которым проводилось дальнейшее усовершенствование и внедрение ламп.

К СЕМИДЕСЯТИПЯТИЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ Т. П. КРАВЦА

Исполнилось 75 лет одному из старейших и разностороннейших деятелей советской физики члену-корреспонденту Академии наук СССР профессору Торичану Павловичу Кравцу. Один из первых учеников замечательного русского физика, создателя первой крупной русской школы экспериментальной физики, Петра Николаевича Лебедева, проработавший под руководством последнего более, чем кто-либо другой — около полутора десятилетий, Т. П. Кравец является выдающимся носителем традиций этой научной школы. Эти традиции были им творчески широко использованы в его многогранной научной и научно-организационной деятельности, которая широко развернулась после Великой Октябрьской революции, создавшей невиданные условия для развития науки, и физики в частности, в нашей стране.

Торичан Павлович Кравец родился 22 марта 1876 г. (по новому стилю) в с. Волово Богородицкого уезда Тульской губернии в семье земского врача. Получив среднее образование в Тульской гимназии, Т. П. в 1894 г. поступил на физико-математический факультет Московского университета по математическому отделению. В университете, блиставшем именами замечательнейших русских учёных, Т. П. слушал лекции таких корифеев науки, как А. Г. Столетов, Н. А. Умов, Н. Е. Жуковский, П. Н. Лебедев и ныне здравствующий Н. Д. Зелинский. Для гимназического и университетского периодов жизни Т. П. характерно то, что он всё время вращался в кругу молодёжи, из которого впоследствии вышел ряд выдающихся учёных; при этом личные блестящие качества и обаяние неизменно ставили Т. П. в значительной мере в центр этого круга. Уже на третьем курсе Т. П. пришёл к П. Н. Лебедеву — тогда совсем молодому тридцатилетнему преподавателю университета — и стал работать под его руководством; он был третьим по времени практикантом ставшей впоследствии столь знаменитой лебедевской лаборатории.

По окончании в 1898 г. университета Т. П. Кравец был оставлен при нём для подготовки к профессорскому званию (по современной терминологии — в аспирантуре). Продолжая работать под непосредственным руководством П. Н. Лебедева, Т. П. выполнил свою первую научную работу, посвящённую измерению поглощения и дисперсии электромагнитных волн. В 1901 г. за часть этого исследования, именовавшуюся «Дисперсия и абсорбция электрических волн в воде», Московское общество любителей естествознания, антропологии и этнографии присудило Т. П. премию. Неудача, постигшая Т. П. во второй части этого исследования, явилась в 1903 г. причиной временной размолвки между учеником и учителем. Это обстоятельство прервало на некоторый срок экспериментальную работу Т. П., но не повлияло на участие его в знаменитом лебедевском коллективе, одним из наиболее деятельных членов которого он являлся в течение всего времени его существования — до смерти П. Н. Лебедева.

В 1906 г. после возвращения с военной службы, на которой он находился в течение русско-японской войны, Т. П. возобновил работу в лебедевской лаборатории, занявшись сначала по собственной инициативе спектральным распределением фотоэффекта, а затем по совету своего учителя обратившись к теме, логически связанной с его предыдущей работой, а именно, к изучению поглощения световых волн. Эта работа, выпол-

являвшаяся Т. П. Кравцом в течение шести лет, явилась одним из наиболее выдающихся исследований по оптике в дореволюционной России и составила предмет магистерской диссертации Т. П., написанной и защищённой в Петербургском университете уже после смерти П. Н. Лебедева — в 1913 г. *). Начатая в лебедевской лаборатории, данная работа после ухода П. Н. Лебедева совместно с другими прогрессивными профессорами из университета, была закончена Т. П. в лаборатории Московских высших женских курсов, где он преподавал физику, начиная с 1907 г. Своеобразной формой присоединения Т. П., в это время не имевшего прямого отношения к Московскому университету, к протесту передовой профессуры Университета против реакционной политики царского правительства в области высшего образования явился отказ Т. П. от естественной мысли защищать диссертацию в родном ему университете и решение защищать её в Петербурге.

Непосредственной целью своей работы Т. П. Кравец ставил «...сближение учения об аномальной дисперсии с той электронной теорией, из которой оно взяло своё начало, но от которой оно на некоторое время как бы оторвалось». Во введении к диссертации Т. П. писал вслед за вышеприведённой фразой: «Моя работа непосредственно примыкает к одной из последних работ Друде и стремится достичь в области абсорбции того, что им было основательно разработано в области дисперсии, в особенности — нормальной. Полученные мною результаты указали на необходимость новых дополнений теории».

Объектом изучения явились слабые растворы сильно окрашенных веществ — красителей, обладающих, как известно, значительно более широкими полосами поглощения в видимой области спектра, нежели пары и газы. Т. П. обратил специальное внимание на строение этих полос; сравнивая их форму с той, которая для них выводится из теорий Друде и Планка, он пришёл к важному заключению о сложности этих полос, представляющих собой результат наложения друг на друга многих гораздо более узких элементарных полос, отвечающих разным состояниям осцилляторов в молекуле красителя. К этому вопросу впоследствии обращались С. И. Вавилов (1922) и Д. С. Рождественский (1934), подтвердившие это представление.

Одним из важных результатов работы является вывод теоремы, связывающей число молекул N , молекулярный монохроматический коэффициент поглощения ϵ , силу осциллятора **) f и показатель преломления среды n_0 :

$$Nf \frac{e^3}{m} = \frac{n_0 c^2}{\pi} \int \epsilon_{\lambda} d\left(\frac{1}{\lambda}\right),$$

где

$$f = n_0 \cdot 4,314 \cdot 10^{-11} \int \epsilon_{\lambda} d\left(\frac{1}{\lambda}\right).$$

Учитывая поляризующее действие соседних молекул, Т. П. установил зависимость силы осциллятора от показателя преломления растворителя:

$$f_1 = f \frac{9}{(n_0^2 + 2)^3}.$$

*) Оппонентами, высоко оценившими диссертацию, были профессора И. И. Боргман, Н. А. Булгаков и Д. С. Рождественский. Последний настолько заинтересовался работой Т. П., что впоследствии сам занимался вопросом о природе широких полос поглощения.

**) Не очень удачный термин «сила осциллятора», характеризующий интенсивность поглощения, был введён в обращение много позже Паули.

Эти формулы дают возможность определить силу молекулярного осциллятора. Т. П. вычислил эту величину для ряда исследовавшихся им растворов красителей и получил величины, близкие к единице.

Следует отметить, что величине f придаётся большое значение в квантовой теории поглощения; за последние 10—15 лет неоднократно появлялись экспериментальные работы, посвящённые определению её в молекулярных спектрах поглощения органических соединений и установлению зависимости её от растворителя, что в своё время также было предметом специального изучения Т. П.

Работа Т. П. Кравца, носившая название «Абсорбция света в растворах окрашенных веществ. Экспериментальное и теоретическое исследование», была опубликована только в сравнительно мало распространённом органе — в Известиях Московского инженерного училища (часть II, вып. 6, 1912 г.). Поэтому приоритет Т. П. долгое время оставался малоизвестным. В литературе же обычно ссылаются на Ладенбурга, который в 1914 г. получил близкое к уравнению Т. П. Кравца выражение для спектральных линий поглощения паров, перенос которого на жидкости приводит к ошибочным результатам. В 1931 г. Чако вывел для f формулы, вполне аналогичные формулам Т. П., но только без ссылки на Т. П., но с прямым указанием, что он сделал это впервые. После этого в литературе появилась «формула Чако». Нам представляется необходимым установить приоритет русской науки в данном вопросе.

Спустя 35 лет Т. П. Кравец вновь вернулся к вопросам теории поглощения света растворами красителей. В последние годы им проведён ряд работ, являющихся непосредственным продолжением и развитием его диссертации.

В период работы у П. Н. Лебедева Т. П. много занимался преподавательской деятельностью, дававшей ему, после окончания срока стипендии в университете, средства к существованию. С 1898 по 1913 г. он состоял внештатным преподавателем Московского инженерного училища (будущего Института инженеров путей сообщения), а после этого, до переезда в Харьков, — штатным адъюнктом этого училища. Здесь он работал под руководством другого выдающегося русского физика проф. А. А. Эйхенвальда, с которым его связывали узы тесной дружбы и которому он, по собственному признанию, обязан чрезвычайно многим в отношении искусства чтения лекций, демонстрации лекционных опытов и опыта научно-организационной деятельности.

С 1901 по 1914 г. Т. П. читал лекции по физике на Московских педагогических курсах, а с 1907 по 1917 г. — также и на Московских высших женских курсах. Одновременно он читал много научно-популярных лекций в народных университетах и т. д. Ещё на студенческой скамье, познакомившись с замечательным лекторским талантом таких профессоров, как Н. А. Умов, Н. Д. Зелинский и многие другие, Т. П. перенял от своих учителей и за время своей многолетней педагогической деятельности отточил высокое искусство чтения лекций, снискавшее ему ещё в те молодые годы славу одного из лучших в России лекторов по физике, а в наше время пленяющее всех, кто имеет возможность слышать его выступления — будь то систематические лекции, крупный публичный доклад или эпизодическое выступление экспромтом.

В конце 1913 г. Харьковский университет избрал Т. П. Кравца профессором по кафедре физики. Т. П. переехал в Харьков весной 1914 г. и проработал там около 6 лет. В Харькове одновременно с выполнением основных обязанностей Т. П. вёл большую организационную работу в качестве секретаря факультета, председателя финансовой комиссии университета и, наконец, проректора. В то же время он читал лекции на Харьковских высших женских курсах и эпизодически в других высших учебных заведениях.

В этот период Т. П. выполнил теоретическую работу по световому давлению, отдав, тем самым, дань основному делу жизни его учителя

П. Н. Лебедева. В этом исследовании, опубликованном в 1916 г., Т. П. Кравец дал формулу для светового давления для отдельного осциллятора, что оказалось впоследствии существенным для астрофизики, поскольку теперь известно, что световое давление выбрасывает молекулы из звёздных атмосфер и образует хвосты комет.

В течение нескольких следующих лет Т. П. занимался почти исключительно преподавательской деятельностью в различных высших учебных заведениях.

С 1923 по 1926 г. Т. П. Кравец состоял профессором Иркутского университета и заведующим сейсмической станцией Академии наук. Выполнение этих последних обязанностей и невозможность, за отсутствием оптических приборов, заниматься экспериментальной работой по оптике, сосредоточили интересы Т. П. на геофизических вопросах. Творчески работая в течение четверти века в области физической оптики, Т. П. был глубоко знаком с теорией колебаний, одним из разделов которой, собственно, и является теория распространения электромагнитных, в том числе и световых, волн. Поэтому естественно, что Т. П. быстро нашёл в области геофизики вопросы, которые, представляя значительный практический интерес, давали ему возможность проявить свои творческие силы. Этими вопросами явились вопросы механических колебаний водных бассейнов — теория сейш и приливов. В этой области Т. П. впервые стал работать с учениками, т. е. так же, как всю жизнь работал его учитель П. Н. Лебедев. Возникшая в процессе этой работы первая небольшая научная школа Т. П. явилась прототипом тех больших творческих коллективов, создание которых так успешно осуществлялось им впоследствии и стало одним из главных и, может быть, самым важным делом его жизни. Этими учениками явились: ныне покойный В. Н. Соловьёв, И. А. Парфианович (теперь профессор физики Иркутского университета), В. П. Дубов и А. С. Топорев. О степени участия Т. П. Кравца во всех этих работах можно судить по надписи на отписке опубликованной в 1925 г. статьи В. Н. Соловьёва, сделанной автором: «Многоуважаемому Торичану Павловичу, имя которого с полным правом могло бы стоять в заголовке этой работы». Здесь мы впервые сталкиваемся с характерной для всей последующей деятельности Т. П. чертой — не ставить своего имени на статьях по работам, выполненным его учениками по его инициативе и под его непосредственным руководством, статьях, которые в некоторых случаях были им лично написаны. Эту черту Т. П. заимствовал, несомненно, от своего учителя П. Н. Лебедева, который также, имея десятки учеников, по многу лет работавших с ним, не опубликовал ни одной статьи совместно с этими учениками — все статьи выходили только от имени этих последних.

Т. П. Кравец предложил В. Н. Соловьёву, тогда ещё студенту, исследовать на модели так называемые сейши — собственные колебания озера Байкал, обусловленные действием ветров. Была сделана бетонная модель озера, уменьшенная по сравнению с истинными размерами по горизонтали примерно в 600 000 раз и по вертикали в 11 000 раз. Модель наполнялась водой и в ней вызывались колебания, которые записывались с помощью самописца. Таким образом, на модели было найдено распределение узлов и пучностей основного колебания и его обертонов, относительные величины амплитуд и периоды. Сопоставление периодов, полученных на модели, с периодами сейш, определёнными по лимнограммам в различных точках Байкала, обнаружило весьма близкое их расчётное соответствие. Вместе с тем знание распределения амплитуд колебаний позволило дать указания о наиболее благоприятных местах для установки лимнографов.

На этой же модели И. А. Парфианович в 1926 г. изучал приливы; работа опубликована лишь в 1930 г. Для этой цели модель помещали на платформу, раскачиваемую с определённым периодом. Полученная из опыта и пересчитанная на действительные размеры Байкала амплитуда приливов

оказалась равной приблизительно 19 мм. Обработка записанных на озере лимнограмм методом гармонического анализа позволила Т. П. Кравцу и его сотруднику А. П. Екимову (1926) с большой точностью установить действительную амплитуду приливной волны, вызываемой суточным вращением Луны вокруг Земли. Амплитуда получилась примерно в два раза меньше найденной на модели. Это расхождение легко объяснялось тем, что одновременно с водной поверхностью колебалась и земная кора.

Цикл работ по изучению колебаний уровня воды в Байкале заканчивается исследованием вопроса о распространении байкальских сейш по реке Ангаре. В этой работе 1935 г., выполненной уже в Ленинграде, Т. П. теоретически решил задачу переноса сейшевой волны водой, текущей по узкому прямому каналу, и, совместно с А. С. Топорцом, проанализировал имевшийся материал по регистрации уровня воды в Ангаре в различных её точках. Неожиданным оказалось, что в отдельных, впрочем немногих, случаях байкальские сейши распространялись по реке до мест, удалённых от Байкала на 40 км.

Впоследствии метод моделей по инициативе Т. П. был применён В. П. Дубовым для изучения сейш Балтийского моря, которое также представляет собой почти замкнутый водный бассейн. Сложная разветвлённая форма последнего создаёт значительные трудности для теоретического исследования вопроса. Поэтому здесь особенно плодотворным оказался экспериментальный метод моделей. Было найдено, что воды Ботнического залива участвуют в трёх сейшах, а воды Финского залива — в четырёх. Особенно неожиданной оказалась четырёхузловая сейша, в которой центральная часть Балтийского моря совершает поперечные относительно тальвега колебания, давая большую амплитуду на западной стороне против острова Готланд. Определённые на модели периоды сейш опять-таки хорошо согласовывались с периодами, определёнными по мареографическим записям.

Изучив материалы по наводнениям в Ленинграде, В. П. Дубов в статье 1936 г. пришёл к заключению о связи между сейшами и наводнениями. Было найдено, что распределение наводнений по их продолжительности не является равномерным, а группируется около периодов сейш. Самый высокий максимум повторяемости падает на период в 25 часов, что точно совпадает с периодом наиболее распространённой двухузловой сейши, а следующий по высоте максимум — с периодом одноузловой сейши (30 часов). Анализ материалов по особенно сильному ленинградскому наводнению 23 сентября 1924 г. убедительно показал, что такой большой подъём воды был вызван наложением двух сейш: двухузловой и трёхузловой.

Цикл работ Т. П. и его учеников по собственным и вынужденным колебаниям водных бассейнов Советского Союза является первым и, повидимому, единственным в своём роде.

В 1926 г. тогдашний вице-президент Академии наук СССР акад. В. А. Стеклов пригласил Т. П. на работу в возглавлявшийся им Физико-математический институт Академии для возобновления деятельности и руководства экспериментальным отделом этого института. Но к моменту переезда Т. П. в Ленинград В. А. Стеклов скончался и развивавшиеся последние планы развития экспериментальной физики в академии в тот момент не получали достаточной поддержки. Между тем акад. Д. С. Рождественский, основатель и в то время директор Государственного оптического института, узнав о приезде Т. П., пригласил его с октября 1926 г. (в то время — начало бюджетного года) возглавить фотографическую лабораторию этого института. Требования бурно развивавшейся в период сталинских пятилеток отечественной фотографической промышленности, отсутствие в первые годы какого-либо другого научного учреждения по фотографии в стране (Научно-исследовательский кинофотоинститут в Москве был организован несколькими годами позже) и значение, которое придавалось тогда в Оптическом институте созданию в нём, как в основ-

ном научном центре страны по оптике, фотографической лаборатории, явились причиной того, что эта последняя, руководившаяся Т. П. по совместительству, росла гораздо скорее, чем основная лаборатория Т. П. в Академии наук. Создание крупнейшей в Советском Союзе научной школы, занимающейся вопросами фотографии как с теоретической, так и с практической стороны, явилось самым большим и государственно важным делом жизни Т. П. Кравца. Начало истории этого направления лежит в первых же работах, поставленных Т. П. в Академии наук.

Ещё во время исследования растворов красителей Т. П. столкнулся с вопросом о свойствах коллоидно-окрашенных сред на примере весьма интересовавших тогда всех золей золота. По предложению П. Н. Лебедева Т. П. Кравец приготовил серию коллоидных растворов золота, обладавших различной окраской, которые демонстрировались им на первом менделеевском съезде (1907 г.).

Т. П. Кравцу, интересовавшемуся проблемой оптического поглощения во всём объёме, было ясно, что вопрос о цвете коллоидных растворов имеет весьма общее значение. Поэтому в качестве первой работы в Физико-математическом институте он поручил своей сотруднице М. В. Савостьяновой задачу проверить формулы Релэ-Ми для ряда веществ с сильным и спектрально-избирательным поглощением. Решив эту задачу для раствора красителя (фуксина), М. В. Савостьянова перешла к другим объектам и в первую очередь к натрию в решётке хлористого натрия, разъяснив природу окраски синей каменной соли, встречающейся в естественных условиях, и показав способы предвычисления светопоглощения в ней. Это исследование направило интересы Т. П. в сторону металлов, находящихся в мельчайшем раздроблении в кристаллической решётке. А отсюда — естественный переход к серебру в решётке галлоидного серебра и — в результате — к проблеме скрытого фотографического изображения, естественно заинтересовавшей Т. П., обратившегося к проблемам фотографии.

Т. П. Кравец и М. В. Савостьянова поставили опыты по окрашиванию кристаллов галлоидных солей щелочных металлов при разных условиях их освещения, деформации и нагревания и по спектральному изучению их светопоглощения. Было установлено (и опубликовано в 1930 г.), что вся совокупность наблюдаемых окрасок кристаллов может быть объяснена различиями в размерах частиц щелочного металла, образующихся в кристаллической решётке соли: наблюдаемое изменение цвета каменной соли от жёлтого до синего соответствует переходу от атомных центров поглощения к частицам сравнительно крупных размеров. Это удалось сделать, применив к таким системам теорию рассеяния света мутными средами Релэ-Ми и установив хорошее соответствие между расчётными и экспериментальными данными о спектральных кривых поглощения. Отсюда удалось решить обратную задачу — по кривой поглощения определить размеры частиц.

Эти исследования были распространены на кристаллы галлоидного серебра, на аналогии между фотохимическим окрашиванием которого и окрашиванием щёлочногаллоидных солей Т. П. указывал ещё в 1928 г. в его речи на юбилейном годовом собрании Государственного оптического института на тему: «Современные взгляды на сущность фотографического процесса». В этом докладе Т. П. впервые указал на то, что именно здесь кроется объяснение природы скрытого фотографического изображения.

При действии света на кристаллы галлоидного серебра в последних появляется дополнительная полоса поглощения, расположенная в видимой области спектра. Как показали измерения и расчёты М. В. Савостьяновой, к рассеянию света центрами, вызывающими это поглощение, также применима теория Релэ-Ми, что свидетельствует о том, что в кристаллах галлоидного серебра при действии света образуются мельчайшие (коллоидные) частицы серебра. Следует при этом отметить, что занимавшиеся в это же время в Геттингене тем же вопросом Гильш и Поль первона-

начально считали, что фотохимическая окраска вызвана образованием устойчивых атомных центров серебра, подобных атомным центрам натрия в решётке жёлтой каменной соли. Лишь после опубликования работы М. В. Савостьяновой (1930), где впервые высказывалась (хотя и не очень отчётливо) точка зрения о возникновении под действием света как атомных, так и коллоидных центров поглощения, вышеуказанные авторы тоже стали считать результатом процесса эти последние.

Более поздние опыты П. В. Мейкляра (1939—1940), также поставленные по инициативе Т. П. Кравца, показали, что по мере увеличения длительности освещения кристалла хлористого серебра максимум кривой дополнительного поглощения перемещается в сторону длинных волн (цвет меняется от красного к синему), т. е. размеры частиц серебра увеличиваются. Сильнейшим образом влияет на окраску уровень освещённости: чем он выше, тем большее число всё более мелких частиц образуется. Последнее наблюдение позволило с новой точки зрения подойти к вопросу об известных для фотографических слоёв отклонениях от взаимозаменяемости. Наконец, было обнаружено, что при нагревании окрашенного кристалла поглощение уменьшается и перемещается в сторону меньших длин волн, т. е. что происходит термическое рассасывание частиц серебра.

Прямые наблюдения над выделением мельчайших частиц серебра в процессе освещения монокристаллов галоидного серебра были произведены с помощью ультрамикроскопа учениками Т. П. Кравца М. В. Савостьяновой и А. С. Топорцом (1934). Было обнаружено, что выделение частиц происходит в наибольшей мере вдоль трещин и других неоднородностей кристалла; это указывает на значение последних для фотографического процесса.

В той же работе было показано, что освещение ранее фотохимически окрашенного кристалла красным светом, т. е. светом, отвечающим дополнительной полосе поглощения, приводит к рассасыванию и уничтожению этих частиц. Эти последние опыты явились прямым доказательством того, что известное в фотографии явление Гершеля есть процесс, по самой своей природе противоположный процессу окрашивания. Другим подтверждением этого явилась работа Ю. Н. Гороховского и С. А. Шестакова по исследованию спектрального распределения явления Гершеля в обычных фотографических слоях (1938). Было установлено, что спектральное распределение рассасывающего действия длинноволнового света для фотографического слоя и монокристаллов галоидного серебра приблизительно одинаково и что одно и то же излучение может одновременно и создавать (поглощаясь решёткой кристалла) и рассасывать (поглощаясь центрами серебра) скрытое фотографическое изображение. Десенсибилизация фотографического слоя, т. е. подавление первого явления, приводит к более сильному выявлению второго явления, максимум спектральной кривой активности которого смещается в сторону меньших длин волн.

Наконец, покойный С. В. Чердынцев провёл по предложению Т. П. Кравца ряд исследований дихроизма, возникающего в окрашенных кристаллах галоидного серебра при действии на них поляризованного красного света (1933—1941). Это явление, известное в литературе под названием эффекта Вейгерта, долгое время оставалось загадочным. С. В. Чердынцев впервые объяснил и экспериментально доказал, что оно обусловлено ориентированным рассасыванием частиц серебра, превращающихся из подобия шариков в одинаковые по форме и одинаково ориентированные эллипсоиды.

Выяснение природы центров скрытого фотографического изображения и характера их рассасывания поставило на очередь вопрос о механизме образования и разрушения скрытого изображения. Для объяснения рассасывания Т. П. выдвинул гипотезу, что при поглощении кристаллом галоидного серебра квантов красного света происходит внутренний фотоэффект с переходом электрона от металлической частицы в решётку кристалла. При этом Т. П. исходил из того, что работа выхода электрона с поверх-

ности металлической частицы, находящейся в диэлектрике, меньше, чем с поверхности такой же частицы в вакууме. Эта гипотеза хорошо согласуется с экспериментальными данными, полученными Е. А. Кирилловым и его школой в Одессе. Сам Т. П. поставил соответствующее подробное исследование на руководимой им кафедре в Ленинградском государственном университете (асп. О. В. Новикова), но война помешала завершению его планов.

С другой стороны, по вопросу о механизме образования центров скрытого изображения Т. П. Кравец в большом докладе на I-й Всесоюзной конференции по научной фотографии (организатором которой он был), происходившей в Ленинграде в ноябре 1932 г., говорил: «Я считаю, что если не в качестве окончательно принятой картины, то в качестве рабочей гипотезы, лежащей в основе нашей скромной и маленькой школы, можно считать, что это есть обычное фотохимическое окрашивание, ведущее прежде всего к образованию атомарной фазы, а затем если и не коллоидальной фазы, то центров, состоящих из большого количества соединившихся друг с другом атомов». Эта последовательная концепция о том, что фотохимические процессы в щёлочногалогенидных и в серебряногалогенидных кристаллах происходят одинаково — от атомов металла к более или менее крупным частицам, долгое время не могла быть непосредственно экспериментально проверена. Если в щёлочногалогенидных кристаллах наблюдаются полосы поглощения и атомов и коллоидных частиц, то в серебряногалогенидных кристаллах долго не удавалось обнаружить атомную фазу. Поэтому ряд иностранных учёных (в первую очередь Гэрни и Мотт) стал на точку зрения, что процесс образования скрытого фотографического изображения, в отличие от окрашивания солей щелочных металлов, не проходит через «атомарную» фазу, а сразу формирует крупную («коллоидную») частицу. Однако оказалось, что правильна именно точка зрения Т. П. Действительно, А. С. Топорец ещё в 1935—1937 гг. обнаружил, что в щёлочногалогенидных кристаллах с небольшой примесью серебра имеются полосы поглощения и атомов и коллоидных частиц. А в 1950 г. П. В. Мейкляр и Е. К. Пуцейко показали, что и в галогенидном серебре при надлежащих условиях измерений может быть обнаружена «атомарная» фаза, через которую и идёт процесс образования сравнительно крупных частиц серебра.

Ко всем этим исследованиям примыкают поставленные в конце 30-х годов по инициативе Т. П. работы (впоследствии кандидатские диссертации) А. Т. Ащеулова об оптических свойствах тонких слоёв серебра и золота, Л. С. Друскиной, обнаружившей при действии света на «атомарные» центры в щёлочногалогенидных солях возникновение новых полос поглощения, и З. Л. Моргенштерн о люминесценции щёлочногалогенидных кристаллов, активизированных газами.

Интересы Т. П. в области фотографии отнюдь не ограничивались логически близкими ему вопросами теории скрытого фотографического изображения. Было бы долго и трудно перечислить все вопросы научной фотографии и фотографической техники, которые были им поставлены и поручены его сотрудникам. Укажем лишь на некоторые.

Стремясь перебросить мост от явлений, протекающих в моделях (крупные монокристаллы или плавленые плёнки галогенидного серебра), к явлениям, протекающим в реальном фотографическом слое, и рассматривая последний как сложную гетерогенную систему, в которой происходят весьма разнообразные физические и физико-химические процессы, Т. П. привлёк в свою лабораторию К. С. Ляликова (много лет бывшего его ближайшим помощником по руководству лабораторией, а ныне — профессора Ленинградского института киноинженеров) и поручил ему разработку теории фотографических эмульсий и необходимой составной части их — фотографического желатина. К. С. Ляликову принадлежит ряд весьма капитальных исследований процесса так называемого физического (или первого) созревания фотографических эмульсий. Начать им же работы по

фотографическому желатину были впоследствии продолжены и развиты Г. П. Фаерманом и имели в своё время крупное техническое значение.

Отчётливо понимая, что основное звено фотографического процесса заключается не в фотохимическом процессе (светочувствительных неорганических солей существует немало), а в возможности резкого химического усиления результата действия света — в избирательном восстановлении светочувствительного вещества, подвергнутого действию света, — Т. П. сделал отсюда два вывода. С одной стороны, в начале 30-х годов им были предприняты предварительные попытки получения светочувствительных слоёв на основе солей ртути и свинца, близких по характеру к солям серебра, а с другой стороны, он предложил одному из своих ближайших сотрудников Г. П. Фаерману заняться проблемой фотографического проявления, что привело к разработке последним электрохимической теории проявления, получившей теперь всеобщее признание.

Считая весьма важным, чтобы в фотографии применялись точные, научно обоснованные и возможно более полно отражающие практические свойства методы испытания светочувствительных материалов, Т. П. явился инициатором широкого развёртывания работ по стандартизации сенситометрических испытаний и по созданию новых видов таких испытаний (в особенности спектральной сенситометрии, детально разработанной Ю. Н. Гороховским). Многолетняя работа, проводившаяся в этом направлении в ГОИ большим коллективом сотрудников, привела к созданию большого комплекта сенситометрической аппаратуры, ныне промышленно выпускаемой, и к разработке соответствующих государственных общесоюзных стандартов. За эту работу Т. П. Кравец совместно с основными участниками её — Ю. Н. Гороховским, Ф. Л. Бурмистровым, С. С. Гилевым, Г. И. Киреевым и И. А. Чёрным — был удостоен в 1946 г. Сталинской премии II степени.

В течение всех лет руководства созданной им в ГОИ лабораторией (по 1938 г.) Т. П. Кравец настойчиво подчёркивал и проводил в жизнь мысль о необходимости тесной связи между теорией и практикой, о необходимости научно осмысливать технологические процессы и направлять научные исследования на помощь и для развития отечественной кинофотопромышленности и создания новых методов фотографии, воспитывая руководимый им большой научный коллектив в духе беззаветного служения родине.

С 1932 по 1943 г. Т. П. состоял профессором и заведующим кафедрой оптики Военно-электротехнической академии РККА, а с 1934 г. и с некоторым перерывом по настоящее время является профессором Ленинградского государственного университета им. А. А. Жданова, где он одно время заведывал кафедрой общей физики, на которой он широко развернул научную работу своих сотрудников, прерванную войной, и где он читал ряд лет курсы общей физики и электромагнитной теории света.

В тяжёлые дни блокады Ленинграда фашистскими полчищами Т. П. оставался в Ленинграде, состоя уполномоченным университета по физическому институту. Своей неизменной бодростью и оптимизмом он укреплял во всех, с кем он в это время работал и встречался, веру в скорую победу над врагом.

С конца 1942 г. основная деятельность Т. П. Кравца вновь сосредоточилась в Государственном оптическом институте; одновременно он состоял в течение нескольких лет профессором Ленинградского военно-воздушной инженерной академии.

В 1943 г. Т. П. был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР по отделению физико-математических наук. В Академии он выполняет обязанности заместителя председателя двух деятельно работающих комиссий: Комиссии по истории физико-математических наук (с 1945 г.) и Комиссии по научной фотографии и кинематографии (с 1948 г.).

Огромна научно-популяризаторская, научно-историческая и редакционная деятельность Т. П. Кравца. Являясь одним из самых высокообразован-

ных советских физиков и превосходным оратором, он многократно выступал перед широкой аудиторией с весьма разнообразными докладами: здесь ряд докладов о П. Н. Лебедеве, читанных на протяжении почти 40 лет, доклады «Физика XX века» (1925), «Гёте и физика» (1932), «Творческий путь П. П. Лазарева» (1943), «Ньютон и его изучение в России» (1943), «Н. И. Лобачевский и его время» (1944), «50 лет открытия радиоактивности» (1946) и многие другие. Он является заместителем главного редактора полного собрания сочинений М. В. Ломоносова, издаваемого в настоящее время Академией наук СССР, он редактировал «Избранные сочинения» Э. Х. Ленца, переводы «Экспериментальных исследований» М. Фарадея, «Теории электричества» Абрагама-Беккера и «Оптики» Друде и многие другие книги. Кроме того, ему принадлежит множество обзорных и популярных статей по физике в журналах «Природа», «Успехи физических наук», «Физика в школе», «Вестник Академии наук СССР» и т. д. Эти статьи написаны с глубоким знанием вопроса и с большим мастерством. Однако среди литературных работ Т. П. Кравца можно назвать и несколько неудачных, получивших отрицательную оценку научной общественности. Эти отдельные неудачи не могут, однако, заслонить его положительной деятельности в целом.

Много сил и внимания отдавал и отдаёт Т. П. Кравец научно-общественной деятельности. Он был в своё время одним из организаторов Московского физического общества им. П. Н. Лебедева. В 1927—1928 гг. он состоял председателем отделения физики и президентом Русского физико-химического общества (ныне — Химического общества им. Д. И. Менделеева), а в 1935—1937 гг. — председателем Ленинградского научного инженерно-технического общества кинофотопромышленности. Он был главным организатором нескольких научных совещаний: Первой всесоюзной конференции по научной фотографии (Ленинград, ноябрь 1932 г.), Совещания по чувствительности фотографических материалов, Совещания по фотохимии кристаллов (Ленинград, апрель 1941 г.) и некоторых других.

Т. П. Кравец умеет собирать в научные коллективы способную молодёжь, направлять мягко и осторожно её деятельность, воспитывать энтузиастов науки, служащих делу построения коммунизма в нашей стране. Последним убедительным примером этого дара является недавно им созданный — когда Т. П. вступил уже в восьмой десяток лет своей жизни — новый научный коллектив.

Советское правительство высоко оценило научную и педагогическую деятельность Т. П. Кравца, присудив ему Сталинскую премию, наградив его тремя орденами — Трудового Красного Знамени, Красной Звезды и «Знак почёта» — и тремя медалями.

Несмотря на свои 75 лет, Торичан Павлович Кравец сохраняет неизменную бодрость, подвижность и энергию. Он много работает, полон творческих планов, и, нужно надеяться, ещё много лет будет активно участвовать в развитии советской физики.

*Ю. Н. Гороховский,
П. В. Мейкляр,
М. В. Савостьянова,
А. С. Топорев*