

НОВИНКИ, ОБЗОРЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, ДАТЫ

*Памяти нашего учителя Ю.Е. Польского
(к 90-летию со дня рождения)*

ПОЛЬСКИЙ ЮРИЙ ЕХИЛЕВИЧ – ЭПОХА РАЗВИТИЯ РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА КАИ



**Юрий Ехилевич
ПОЛЬСКИЙ**

(11.06.1931 – 15.05.2018)

11 июня 2021 года исполняется 90 лет со дня рождения выдающегося физика Юрия Ехилевича Польского.

Юрий Ехилевич окончил Казанский государственный университет в 1954 году и был распределен в Казанский авиационный институт. Одновременно Ю.Е. Польский работал инженером в проблемной лаборатории магнитной радиоспектроскопии (ПЛИРС) под руководством члена-корреспондента АН СССР С.А. Альтшулера. В этой лаборатории Ю.Е. Польским были разработаны и созданы установки для исследования электронного парамагнитного резонанса (ЭПР) методами ВЧ-модуляции, проведено комплексное исследование ионов трехвалентного гадолиния в гомологическом ряду кристаллов флюорита. По результатам этих работ в 1963 году он защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Польский Ю.Е. является одним из первых преподавателей радиотехнического факультета Казанского авиационного института (с 1992 года – Казанский национальный исследовательский технический универ-

ситет им. А.Н. Туполева – КАИ), где он впервые на кафедре «Радиопередающие и радиоприемные устройства» (РПУ) на основе трудов А.С. Винницкого и передовых достижений науки того времени разработал и читал курс «Радиопередающие устройства». Начиная с 1964 года Ю.Е. Польский руководил научно-исследовательскими работами по созданию лазеров и лазерных систем различного назначения.

Исследования Ю.Е. Польского получили мировое признание в ряде областей науки и техники, а некоторые его изобретения до сих пор выпускаются промышленностью. Работы по исследованию им двойного и тройного электронно-ядерного резонанса [1,2]; разработке лазеров с нестационарным резонатором [3], включая кольцевые лазерные гироскопы [4]; теории взаимодействия сигналов в подобных системах [5]; по созданию оптических резонаторов компактных мощных газовых лазеров [6], технологических установок с их использованием [7, 8], систем оптического мониторинга атмосферы [9-11], имитационной стрельбы и поражения для вооруженных сил, управлению поведением нелинейных систем с хаотической динамикой [12-15] и ряд других определили научные направления, разрабатываемые в настоящее время научными школами Казанского технического университета – КАИ.



Академики А.М. Прохоров и В.А. Котельников
во время визита на кафедру «Квантовая электроника»

Основные его работы в области квантовой электроники относятся к созданию:

- лазеров с нестационарными резонаторами;
- методов управления и стабилизации параметров лазерного излучения;
- резонаторов с преобразованием светового пучка и лазеров на их основе.

В данной статье рассматриваются лишь некоторые результаты исследований Ю.Е. Польского в области квантовой электроники, полученные совместно с его учениками: Ю.Н. Малининым, Г.И. Ильиным, В.В. Болозневым, В.И. Вороновым, А.А. Якутенковым, Р.Ш. Ильясовым, Ю.М. Хохловым, Р.Ф. Мардановым, О.Г. Морозовым, В.В. Афанасьевым, М.П. Данилаевым, С.С. Логиновым, Д.П. Данилаевым и др.

Первые исследования, которые проводились в КАИ с 1966 года на кафедре РРУ в области квантовой электроники под руководством Ю.Е. Польского, были связаны с модуляционным воздействием на частотные характеристики поля газовых и твердотельных лазеров, которое планировалось осуществить за счет изменения длины резонаторов. Именно поэтому подобные устройства получили название лазеров с нестационарным резонатором. Такой вид модуляции, реализуемой по сути дела внутри лазера, позволяет управлять спектром излучения и кардинально стабилизировать его мощность при взаимной синхронизации спектральных составляющих. Модуляторами в этой схеме служили зеркала резонаторов на пьезокристалле кварца.

Непосредственными исполнителями исследований лазеров с нестационарными резонаторами были Ю.Н. Малинин (линейные газовые лазеры и акселерометры на их основе), В.И. Воронов (кольцевые газовые лазеры – лазерные гироскопы), А.А. Якутенков (твердотельные лазеры со стабилизированной мощностью излучения). Теоретическим исследованием процессов в радиотехнических аналогах подобных систем занимался В.В. Болознев. Разработка компактных транзисторных источников накачки газоразрядных активных элементов была поручена Р.Ш. Ильясову. Заказчиками этих исследований

выступали ведущие КБ и НИИ Советского Союза – НИИ «Полюс» и НИИ Прикладной физики (г. Москва).

К 1974 году в этих работах были получены существенные научные и технические результаты, что позволило опубликовать их в периодической печати [3-5] и представить в качестве диссертационных исследований. В 1971 году кандидатскую диссертацию защитил В.В. Болознев, в 1972 – Ю.Н. Малинин. В этом же году докторскую диссертацию защитил Ю.Е. Польский, в 1974 году кандидатские диссертации защитили В.И. Воронов, А.А. Якутенок и Р.Ш. Ильясов. Сформулированные в те годы идеи и предложенные решения не потеряли своего значения и в настоящее время.

Исследования лазерных резонаторов с преобразованием светового пучка базировались на предложенном Ю.Е. Польским методе построения коаксиальных резонаторов для компактных газовых лазеров. Целью исследований было создание компактного технологического лазера на углекислом газе мощностью 300 – 500 Вт, который впоследствии получил название «Юпитер». Заказчиком этих исследований было ведущее в авиационной моторостроительной отрасли предприятие КМЗ «Союз». Активное участие в этих работах принимали В.И. Воронов (ответственный исполнитель НИР), Ю.М. Хохлов, Б.В. Орлов, Л.Р. Айбатов, А.Б. Ляпахин, М.П. Вайсфельд, инженеры Ю.Л. Колесников, С.С. Большаков, Ю.Л. Ситенков, В.Е. Урываев, механик Г.К. Платонов.

Исследования включали:

- изучение энергетических характеристик различных типов резонаторов с преобразованием пучка и экспериментальное определение структуры поля в таких резонаторах;
- разработку эффективных систем накачки для лазеров с исследуемыми резонаторами;
- разработку методик измерения параметров излучения и создание эффективных методик расчета и моделирования модовой структуры резонаторов и систем накачки активной среды [6-8].



Сотрудники кафедры «Квантовая электроника»
 (начало 1980-х годов)



Лазер «Юпитер» 10.6/0.5

Следует отметить, что габариты 300-ваттного лазера были близки к размерам серийно выпускаемого лазера мощностью 25 Вт.

Первая генерация от лазера «Юпитер» с выходным германиевым зеркалом была получена в 1977 году. Мощность генерации составила 16 Вт. В процессе дальнейших исследований выяснилось, что существенное повышение выходной мощности может быть достигнуто за счет оптимизации системы накачки активного вещества. Интенсивные работы в этом направлении позволили достичь к 1979 году выходной мощности от лазера «Юпитер» порядка 300 Вт, что вплоть до 1990 года являлось рекордным значением для лазеров данного класса. Небольшими партиями «Юпитер» выпускался ЭОП КАИ до 90-х годов прошлого столетия.

В 1985 году эти исследования получили продолжение в кандидатской диссертации О.Г. Морозова (научный руководитель Польский Ю.Е.) при создании внутрирезонаторных фотоэлектрических спектрометров аэрозольных частиц на базе гелий-неоновых лазеров со сканирующим на четверть длины волны выходным зеркалом. Использование такого сканирования позволило устранить осцилляции рассеянного излучения для частиц с размером, кратным половине длины волны, а при использовании лазеров коротковолновой части видимого спектра электромагнитных длин волн достигался контроль параметров частиц, в будущем получивших название наноразмерных.

Вторым направлением развития спектрометров являлось использование методов синхронизации поперечных мод в резонаторе лазера. Характерной особенностью обоих вариантов спектрометров являлся перенос спектра рассеянного частицами света на промежуточную частоту сканирования или синхронизации мод, что позволяло существенно повысить отношение сигнал/шум и чувствительность измерений за счет избирательной обработки в области минимальных собственных шумов фотоприемников. В связи с этим был предложен и третий вариант спектрометров с внешним электрооптическим амплитудно-фазовым преобразованием одночастотного когерентного излучения в двухчастотное с полным подавлением

исходной несущей, основанный на методе Ильина – Морозова [19]. Польским Ю.Е. в соавторстве с Г.И. Ильиным и О.Г. Морозовым были получены три авторских свидетельства СССР [20-22] на двухчастотные лазерные излучатели.

Особенностью авторского свидетельства «Двухчастотный лазерный излучатель» [22] является доказательство того, что при работе классического амплитудного электрооптического модулятора в нулевой рабочей точке формируется не амплитудно-модулированное излучение на удвоенной частоте модуляции, а симметричное с подавленной несущей с разностной частотой, равной удвоенной частоте модуляции. Этот факт существенно отличался в то время от представлений о работе классического амплитудного электрооптического модулятора и свидетельствовал о реализации в этом режиме метода Ильина – Морозова. Развитие метода и устройств для его реализации легли в основу докторских диссертаций О.Г. Морозова (в области открытых лазерных и волоконно-оптических сенсорных систем, научный консультант Г.И. Ильин, 2004 г.) и И.И. Нуреева (в области полигармонических систем зондирования волоконных брэгговских структур, 2016 г.). Эти работы являются ярким свидетельством огромного потенциала идей, заложенного Ю.Е. Польским полвека назад.

Основные достижения этой научной школы известны как у нас в стране, так и за рубежом. За сорок лет ее существования под руководством профессора Ю.Е. Польского защищено более 20 докторских (в КАИ и других организациях) и свыше 60 кандидатских диссертаций, получено свыше 85 авторских свидетельств и патентов, опубликованы 6 монографий и свыше 450 научных работ. Его ученики работают на руководящих должностях предприятий, в НИИ и учебных заведениях Татарстана.



Обсуждение планов развития направления волоконной оптики в КНИТУ-КАИ (слева направо: академик Е.М. Дианов, профессора О.Г. Морозов, Ю.Е. Польский, Г.И. Ильин, 2009 год)



Модельные образцы полусфер мишеней
 для лазерного термоядерного синтеза

Профессор Польский Ю.Е. на протяжении многих лет работал членом координационного совета по лазерам, возглавляемого академиком Е.П. Велиховым, был членом редколлегии журнала «Оптика атмосферы», являлся членом диссертационных советов КГТУ им. А.Н. Туполева, КГУ и КГЭУ по присуждению ученых степеней доктора наук. Научно-технические разработки, выполняемые на кафедре под руководством Ю.Е. Польского, отличаются высоким уровнем, широко внедряются в производство, часто экспонировались на ВДНХ СССР и международных выставках (Германия, КНР). Польский Ю.Е. награжден золотой и двумя серебряными медалями ВДНХ СССР, а в соавторстве с сотрудниками кафедры – более чем 30 медалями. В 1986 году на международной выставке «Метрология-86» коллектив, возглавляемый профессором Ю.Е. Польским, был награжден Почетной грамотой за лидарную систему «Блик», а также были установлены тесные научные контакты с учеными Болгарии и Финляндии. За большой вклад в подготовку высококвалифицированных научных кадров Ю.Е. Польскому присвоены Почетные звания «Заслуженный деятель науки Российской Федерации» и «Заслуженный деятель науки и техники ТАССР».

Большое внимание Ю.Е. Польский уделял совершенствованию учебного процесса. На кафедре были разработаны и введены новые учебные планы, позволяющие существенно повысить качество выпускников по специальности «Радиотехника», открыты две новые специальности – «Бытовая радиоэлектроника» и «Физика и техника оптической связи». Впервые в России по инициативе и при непосредственном участии проф. Ю.Е. Польского была предложена и успешно реализована методика поточного обучения иностранному языку по специальности «Радиотехника» [23]. По инициативе профессора Ю.Е. Польского созданы специализации (профили) по биомедицинской электронике, квантовой электронике и лазерной технике. Даже к организации учебного процесса Юрий Ехилевич имел научный подход [24-25]. Его идеи были развиты в подходах интеллектуального кадрового обеспечения предприятий, в том числе в рамках концепции цифрового производства.

14 февраля 2012 года в Казанском национальном исследовательском техническом университете им. А.Н. Туполева-КАИ совместно с Казанским (Приволжским) федеральным университетом создана Межвузовская междисциплинарная лаборатория «Технологии синтеза фрактальных структур и сложных технических систем» для проведения совместных прикладных исследований. Инициаторами создания лаборатории со стороны КНИТУ-КАИ выступили Ю.Е. Польский, С.А. Михайлов и М.П. Данилаев, со стороны КФУ – Н.И. Сил-

кин, М.Х. Салахов. Заведующим лабораторией назначен профессор кафедры М.П. Данилаев. Основные научные направления лаборатории:

- многофункциональные пленочные покрытия и технологии их формирования;
- функциональные дисперсно-наполненные полимерные композитные материалы;
- технологии капсулирования дисперсных субмикронных частиц;
- некоторые аспекты ядерной медицины.

В рамках этих работ впервые:

– запатентована и разработана технология создания беговых лыж с фторопластовой скользящей поверхностью [26]. Опытная партия беговых лыж с фторопластовой скользящей поверхностью была изготовлена на заводе Fisher (г. Риц, Швейцария) и передана членам сборной России по лыжным гонкам для участия в зимних олимпийских играх 2018 года;

– развита технология капсулирования субмикронных частиц для повышения воспроизводимости характеристик функциональных дисперсно-наполненных полимерных композитных материалов [27];

– предложена и апробирована высокоэффективная интегральная противообледенительная система [28]. По просьбе французского представительства компании Airbus подписано соглашение о сотрудничестве в части создания таких противообледенительных систем (2019 г.);

– предложена конструкция оболочечных полимерных мишеней для лазерного термо-ядерного синтеза [29];

– впервые предложен и исследован новый подход к созданию таргетных радионуклидных препаратов для терапии онкологических заболеваний с использованием изотопов легких элементов таблицы Менделеева [30]. Полученными результатами заинтересовалась компания Bair, с которой ведутся переговоры о постановке совместной работы по созданию подобной технологии (2020 г.).



Рис. 7. Во время визита Президента Республики Татарстан Р.Н. Минниханова в КНИТУ-КАИ (справа налево: Президент РТ Р.Н. Минниханов, проректор по науке КНИТУ-КАИ С.А. Михайлов, профессор Ю.Е. Польский, профессор М.П. Данилаев)

Широта кругозора позволила Юрию Ехилевичу добиться высоких результатов в различных областях науки и техники. Базовые знания, которыми Юрий Ехилевич очень гордился, были заложены в КГУ в научной школе выдающегося физика Семена Александровича Альшулера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Vinokurov, V.M., Zaripov, M.M., Stepanov, V.G., Pol'skii, Y.E., Cherkin, G.K., Shekun, L.Y.* EPR or trivalent chromium in andalusite // *Soviet Physics, Solid State*. – 1962. – Т. 3. – С. 1797.
2. *Vinokurov, V.M., Zaripov, M.M., Pol'skii Yu. E., Stepanov, V.G., Chirkin, G.K., Shekun, L.Ya.* Detection by paramagnetic resonance of small amounts of Eu^{2+} , Gd^{3+} , Nb^{4+} and their isomorphism in fluorite and zircon // *Геохимия*. – 1963. – Т. 11. – С. 1002.
3. *Voronov, V.I., Pol'skii, Yu.E.* Multilayer dielectric mirrors on piezosublayer for laser modulation // *Приборы и техника эксперимента*. – 1970. – № 6. – С. 174.
4. *Voronov, V.I., Pol'skii, Yu.E.* Synchronization of modes in a ring resonator laser // *Радиотехника и электроника*. – 1973. – Т. 18. – № 7. – С. 1434.
5. *Болознев, В.В., Польский, Ю.Е.* О воздействии слабого ЧМ-сигнала на автогенератор // *Изв. вузов. Радиоэлектроника*. – 1971. – Т. XIV. – № 6. – С. 706.
6. *Voronov, V.I., Bol'shakov, S.S., Lyapakhin, A.B., Pol'skij, Yu.E., Sitenkov, Yu.L., Uryvaev, V.E., Khokhlov, Yu.M.* A CO_2 laser with an active volume of the circular section // *Pribory i Tekhnika Eksperimenta*. – 1993. – Т. 36. – № 3. – С. 162-167.
7. *Колесников, В.Ю., Орлов, Б.В., Польский, Ю.Е., Хохлов, Ю.М.* Электроразрядная камера коаксиальных CO_2 -лазеров // *Квантовая электроника*. – 1984. – Т. 11. – № 5. – С. 957.
8. *Польский, Ю.Е., Айбатов, Л.Р., Хохлов, Ю.М.* Эффективность энергозатрат при различных методах ионизации активных сред газовых лазеров с несамостоятельным разрядом // *Квантовая электроника*. – 1985. – Т. 12. – № 7. – С. 1459.
9. *Ильин, Г.И., Морозов, О.Г., Польский, Ю.Е.* ЛЧМ-лидар с преобразованием частоты // *Оптика атмосферы и океана*. – 1995. – Т. 8. – № 12. – С. 1871.
10. *Горбачев, Д.В., Дорогов, Н.В., Иванов, А.Н., Ильин, Г.И., Морозов, В.В., Польский, Ю.Е., Терновсков, В.Т., Хохлов, Ю.М.* Особенности построения автоматизированного комплекса ПИХТА // *Оптика атмосферы*. – 1989. – Т. 2. – № 3. – С. 308.
11. *Польский, Ю.Е., Филиппова, Н.В.* Способ измерения размеров микрочастиц // Пат. на изобретение RU 2061223 C1, 27.05.1996. Заявка № 93028121/25 от 04.06.1993.
12. *Afanasev, V.V., Polskii, Y.E.* Stabilization of magnetohydrodynamic instabilities in a plasma by means of inertial influences // *Journal of Applied Physics*. – 1992. – Vol. 62. – Pp. 29-33.
13. *Afanasev, V.V., Polskii, Y.E.* Methods of analysis, diagnostics and control of the behavior of nonlinear devices and systems with fractal processes and chaotic dynamics. – Kazan, 2005. – 219 p.
14. *Afanasev, V.V., Danilaev, M.P., Polskii, Y.E.* Methods of analysis, diagnostics and synthesis of complex systems based on generalized multimode models. – Kazan, 2010. – 136 p.
15. *Afanasev, V.V., Loginov, S.S., Polskii, Yu.E.* Analysis and synthesis of nonlinear radioelectronic dynamical systems and devices with a variable time grid step: monograph. – Kazan. – 2013. – 231 p.
16. *Petoukhov, Valery M., Akhtiamov, Rishad A., Morozov, Oleg G., Il'in, German I. and Pol'ski, Yuri E.* Two-frequency IR cw LFM lidar for remote sensing of hydrocarbons and gas vapor // *Proc.*

SPIE 3122, Infrared Spaceborne Remote Sensing V, (23 October 1997). <https://doi.org/10.1117/12.292705>.

17. *Morozov, Oleg G., Pol'ski, Yuri E.* Perspectives of fiber sensors based on optical reflectometry for nondestructive evaluation // Proc. SPIE 2944, Nondestructive Evaluation of Materials and Composites, (15 November 1996). <https://doi.org/10.1117/12.259056>.

18. *Pol'ski, Yuri E., Morozov, Oleg G.* Built-in fiber sensors for safe use of aircraft // Proc. SPIE 2945, Nondestructive Evaluation of Aging Aircraft, Airports, and Aerospace Hardware, (14 November 1996). <https://doi.org/10.1117/12.259095>.

19. Пат. А 1338647 SU МПК4 G02F 1/03. Способ преобразования одночастотного когерентного излучения в двухчастотное /Ильин Г.И., Морозов О.Г.; заявитель КАИ им. А.Н. Туполева; заявл. 13.04.83; опубл. 20.07.2004. – Бюлл. № 20.

20. Пат. А1 1463010 SU МПК4 G02F 1/03. Двухчастотный лазерный излучатель / Ильин Г.И., Морозов О.Г., Польский Ю.Е., Терновсков В.Т.; заявитель КАИ им. А.Н. Туполева; заявл. 29.04.85; опубл. 20.07.2004. – Бюлл. № 20.

21. Пат. А1 1466494 SU МПК4 G02F 1/03. Двухчастотный лазерный излучатель / Ильин Г.И., Морозов О.Г., Польский Ю.Е.; заявитель КАИ им. А.Н. Туполева; заявл. 29.04.85; опубл. 20.07.2004. Бюлл. № 20.

22. Пат. А1 1477130 SU МПК4 G02F 1/03. Двухчастотный лазерный излучатель / Ильин Г.И., Морозов О.Г., Польский Ю.Е.; заявитель КАИ им. А.Н. Туполева; заявл. 03.03.86; опубл. 20.07.2004. – Бюлл. № 20.

23. *Булатова, Д.В., Польский, Ю.Е.* Об опыте иноязычной подготовки студентов в техническом вузе // Высшее образование сегодня. – 2008. – № 11. – С. 94-95.

24. *Данилаев, Д.П., Маливанов, Н.Н., Польский Ю.Е.* Система высшего технического образования: диалектика согласования интересов ее субъектов // Высшее образование в России. – 2011. – № 11. – С. 99-104.

25. *Данилаев, Д.П., Маливанов, Н.Н., Польский, Ю.Е.* Организация учебного процесса в современном техническом вузе // Высшее образование в России. – 2010. – № 6. – С. 11-17.

26. Патент 2531892 Российской Федерации, А63С 5/14 (2006.01), А63С 5/056 (2006.01). Устройство спортивных снарядов со скользящей поверхностью / Бареев М.М., Богослов Е.А., Данилаев М.П., Михайлов С.А., Польский Ю.Е. Опубл.27.10.2014. – Бюл. № 30.

27. *Vogomolova, O.Y., Biktagirova, I.R., Danilaev, M.P., Klabukov, M.A., Polskiy, Y.E., Pillai, S., Tsentsevitsky, A.A.* Effect of adhesion between submicron filler particles and a polymeric matrix on the structure and mechanical properties of epoxy-resin-based compositions // Mechanics of Composite Materials. – 2017. – 53(1). – P. 117-122.

28. *Bogoslov E.A., Danilaev M.P., Mikhailov S.A., Polskiy Y.E.* Energy efficiency of an integral anti-ice system based on fluoroplastic films // Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2016. 89(4) – P. 815-820.

29. Пат. 2587164 Российской Федерации. Способ изготовления оболочечной мишени (варианты) / Данилаев М.П., Польский Ю.Е., Богослов Е.А.; заявитель и патентообладатель КНИТУ-КАИ. Заявка № 2015105160/07 от 16.02.15. Опубл. 20.03.2016. – Бюл. № 17.

30. Заявка РФ №2017122915/20(039681). Радиофармацевтический препарат для терапии онкологических заболеваний // Богослов Е.А., Данилаев М.П., Куртасанов Р.С., Польский Ю.Е., Хайруллин И.И.

Редакционная коллегия