

Radiation therapy and its objectives within the framework of the First International Interdisciplinary Congress on Nuclear Medicine and Oncology “University Clinics” of the Federal State Budgetary Institution Russian Scientific Center of Roentgen Radiology (RSCRR) of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation (Russian Scientific Center of Roentgen Radiology)

V.A. Titova

Federal State Budgetary Institution Russian Scientific Center of Roentgen Radiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Moscow, Russia
Contacts: Vera Alekseevna Titova – veratitova41@gmail.com

Лучевая терапия и ее задачи в рамках Первого международного междисциплинарного конгресса по ядерной медицине и онкологии «Университетские клиники» ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава России

В.А. ТИТОВА

ФГБУ «Российский Научный Центр Рентгенорадиологии» Минздрава России, Москва, Россия
Контакты: Титова Вера Алексеевна – veratitova41@gmail.com

放射治疗及其目标——在俄罗斯联邦卫生部俄罗斯伦琴放射学科学中心（RSCRR）（俄罗斯伦琴放射学科学中心）“大学临床”首届国际跨学科核医学与肿瘤学大会框架内

V.A. Titova

俄罗斯联邦卫生部俄罗斯伦琴放射学科学中心（联邦国家预算机构），莫斯科，俄罗斯
联系人：Vera Alekseevna Titova – veratitova41@gmail.com

Despite advances in ideological and scientific-technical technologies in oncology, a serious problem has persisted since 2020: according to GLOBOCAN, there were 19,292,789 newly diagnosed patients with malignant tumors and 9,058,133 cancer deaths worldwide. In recent years, research aimed at developing specific markers – “radioactive agents” – has intensified. An important development has been the discovery of fibroblast activation protein (FAP), a transmembrane glycoprotein expressed on activated fibroblasts, including cancer-associated fibroblasts (CAFs). A new direction is related to the study of radio-labeled fibroblast activation inhibitors, FAPis, as markers for PET/CT in cancer diagnosis and tumor border determination for use in planning and contouring targets for radiation exposure.

However, no scientific issue can be resolved without the involvement of multidisciplinary pedagogical and technical support within various scientific schools. A deep connection between the production of medical equipment and clinical oncology is needed, and Rosatom and Rostec State Corporations have successfully coped with these tasks. Routine healthcare is supported by the development and implementation of domestic automated systems for 3–4-dimensional contouring of tumors and volumetric organs at risk based on mathematical programs that consider the algorithms of clinical, physical, and radiobiological data on an individual patient. It is necessary to accelerate the development and implementation of domestic imaging systems based on mobile cone-beam computed tomography (CBCT). It is also necessary to improve radiation therapy techniques in the context of radiation exposure in patients with transplants, such as breast implants. Partially lost technologies of interstitial radiation therapy for localized breast cancer have previously demonstrated their indisputable effectiveness in the Federal State Budgetary Institution Russian Scientific Center of Roentgen Radiology (RSCRR) of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation (Russian Scientific Center of Roentgen Radiology) and can be replicated in a cost-effective manner in new conditions today.

Keywords: radiation therapy, malignant tumors

Conflict of interest. The author has no conflicts of interest.

Funding. Absent.

For citation: Titova V.A. Radiation therapy and its objectives within the framework of the First International Interdisciplinary Congress on Nuclear Medicine and Oncology “University Clinics” of the Federal State Budgetary Institution Russian Scientific Center of Roentgen Radiology (RSCRR) of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation (Russian Scientific Center of Roentgen Radiology). Head and Neck. Russian Journal. 2026;14(1):187–194

Doi: 10.25792/НН.2026.14.1.187-194

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

Несмотря на прогресс идеологических и научно-технических технологий в онкологии с 2020 г. продолжает сохраняться серьезная проблема: в мире, по данным GLOBOCAN, 19 292 789 впервые выявленных пациентов со злокачественными новообразованиями и 9 058 133 случая смерти от рака. В последние годы активизировались исследования, направленные на разработку специфических маркеров – «радиомеченных агентов». Безусловным трендом явилось открытие активирующего фибробластического белка, FAP, трансмембранного гликопротеина, который экспрессируется на активированных фибробластах, включая фибробласты, связанные с опухолями, CAF's. Новое направление связано с изучением возможностей применения радиомеченных ингибиторов активации фибробластов, FAPI в качестве маркеров для ПЭТ/КТ в диагностике рака и определении границ опухоли для использования в планировании и оконтуривании мишени, подлежащей радиационному воздействию.

Однако ни одно научное направление не может быть решено без привлечения возможностей полидисциплинарной педагогической и технической поддержки в рамках различных научных школ. Необходима глубокая связь производства медицинской техники с клиническими разделами онкологии и с этими задачами успешно справлялись Госкорпорации Росатом и Ростехнологии.

Поддержкой практическому здравоохранению является разработка и внедрение отечественных автоматизированных систем 3–4-мерного оконтуривания опухоли и объемных органов риска на базе математических программ с учетом алгоритмов клинико-физических и радиобиологических данных об индивидуальном пациенте. Необходимо ускорить разработку и внедрение отечественных комплексов визуализации на основе мобильных конусно-лучевых компьютерных томографов, КЛКТ. Совершенствование методик лучевой терапии необходимо и в рамках использования радиационного воздействия в условиях размещенных у пациентов трансплантатов, например молочных желез. Частично утраченные технологии внутритканевой лучевой терапии при локализованном раке молочной железы ранее уже демонстрировали свою бесспорную эффективность в ФГБУ «РНЦРР» Минздрава РФ и могут экономически рентабельно тиражироваться в новых условиях и сегодня.

Ключевые слова: лучевая терапия, злокачественные новообразования

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Отсутствует.

Для цитирования: Титова В.А. Лучевая терапия и ее задачи в рамках Первого международного междисциплинарного конгресса по ядерной медицине и онкологии «Университетские клиники» ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава России. *Head and neck. Голова и шея. Российский журнал.* 2026;14(1):187–194

Doi: 10.25792/НН.2026.14.1.187-194

Автор несет ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов.

尽管肿瘤学在理念与科研技术方面不断进步，自 2020 年以来仍存在一个严峻问题：根据 GLOBOCAN 数据，全球新发恶性肿瘤病例为 19,292,789 例，癌症死亡 9,058,133 例。近年来，旨在开发特异性标志物——“放射性制剂/放射性药物 (radioactive agents)”——的研究不断加强。一个重要进展是发现成纤维细胞活化蛋白 (FAP)，这是一种跨膜糖蛋白，表达于活化成纤维细胞上，包括癌相关成纤维细胞 (CAFs)。一个新的研究方向与放射性标记的成纤维细胞活化蛋白抑制剂 (FAPI) 有关：作为 PET/CT 肿瘤诊断与肿瘤边界判定的标志物，用于放射治疗计划制定以及照射靶区的勾画与轮廓描记。

然而，任何科学问题的解决都离不开多学科的教学与技术支持，以及不同学术流派的参与。必须建立医疗设备生产与临床肿瘤学之间的深度联系，国家原子能集团 (Rosatom) 与国家技术集团 (Rostec) 已成功应对这些任务。常规医疗工作也受益于国产自动化系统的研发与应用：基于数学程序实现肿瘤与危及器官的 3–4 维勾画与体积描记，并纳入针对个体患者的临床、物理与放射生物学数据算法。亟需加速基于移动式锥形束 CT (CBCT) 的国产影像系统研发与落地。同时，还需要在有移植物的患者 (例如乳房植入物) 放射照射背景下改进放射治疗

技术。既往在 RSCRR 已证明对局限性乳腺癌具有明确疗效、但部分失传的组织间放射治疗技术（间质近距离放疗）如今在新的条件下可通过经济有效的方式加以复制与推广。

关键词：放射治疗；恶性肿瘤

利益冲突：作者声明无利益冲突。

经费来源：本研究未获得任何经费资助。

引用格式：Titova V.A. Radiation therapy and its objectives within the framework of the First International Interdisciplinary Congress on Nuclear Medicine and Oncology “University Clinics” of the Federal State Budgetary Institution Russian Scientific Center of Roentgen Radiology (RSCRR) of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation (Russian Scientific Center of Roentgen Radiology). Head and Neck. Russian Journal. 2026;14(1):187–194

Doi: 10.25792/HN.2026.14.1.187-194

作者对所呈现数据的原创性以及发表插图材料（表格、图示、患者照片）的可能性负责。

Несмотря на прогресс идеологических и научно-технических технологий в онкологии, с 2020 г. продолжает сохраняться серьезная проблема: в мире, по данным GLOBOCAN, 19 292 789 впервые выявленных пациентов со злокачественными новообразованиями и 9 058 133 случая смерти от рака. Поэтому в последние годы активизировались исследования, направленные на разработку специфических маркеров – «радио меченных агентов».

Безусловным трендом явилось открытие активирующего фибробластического белка, FAP (Fibroblast Activation Protein), трансмембранного гликопротеина, который экспрессируется на активированных фибробластах, включая фибробласты, связанные с опухолями, CAF's. Эти исследования определяют новое направление – изучение возможностей применения радио меченных ингибиторов активации фибробластов, FAP1 в качестве маркеров для ПЭТ (позитронно-эмиссионная томография)/КТ (компьютерная томография) в диагностике рака и определении границ опухоли для использования в планировании и оконтурировании мишени, подлежащей радиационному воздействию.

С этих позиций онкологи и радиотерапевты получили возможность:

- оценки реальной стадии заболевания для определения стратегии и тактики специального лечения при выявлении невидимых ранее очагов опухоли;
- точной локализации опухоли и ее метастазов;
- определения индивидуального объема облучения, благодаря четко визуализируемым границам опухоли на «молекулярном уровне»;
- выбора конкретной медицинской технологии лучевой терапии;
- своевременной коррекции плана лечения, назначенного по результатам других диагностических алгоритмов;
- индивидуализации планирования радионуклидной терапии по факту «чувствительно-нечувствительно» [1, 2].

Однако следует констатировать, что ни одно научное направление не может быть решено без привлечения возможностей полидисциплинарной педагогической и технической поддержки в рамках научных школ, которые возглавлялись выдающимися отечественными специалистами, имена которых должны периодически звучать в наших публикациях, а лица сохраняться в памяти учеников (рис. 1, а–ж). Это, прежде всего, дань учителям и проводникам передовых идей в нашей специальности.

При этом необходима глубокая связь производства медицинской техники с клиническими разделами онкологии и с этими задачами успешно справлялись Госкорпорации Росатом и Ростехнологии. Анализируя принцип полидисциплинарного подхода к решению проблем экспериментальной и клинической медицины в университетских клиниках и, в т.ч. среди онкологических специальностей, в период, когда расширились возможности привлечения IT-технологий и искусственного интеллекта к выбору терапевтической стратегии и оценке результатов современных алгоритмов диагностики и комплексной противоопухолевой терапии, необходимо констатировать, что нет и не может быть соперничества или превосходства между специалистами, составляющими успех нашей профессии онкологии – хирургами, радиотерапевтами/радиологами и химиотерапевтами. А наш старинный девиз, выпускников I МОЛМИ им. И.М. Сеченова «... в медицине всюду будут первыми – первого МОЛМИ выпускники!»

Рассматривая лучевую терапию (ЛТ) ведущим методом в сегменте органосохраняющего варианта радикального лечения злокачественных новообразований различной локализации, а также необходимого и значимого компонента комбинированного с предоперационным/послеоперационным облучением или комплексного совместно с химиотерапией и иммунотерапией лечения, необходимо подчеркнуть крайнюю необходимость разработки и усовершенствования способов диагностики и контроля ЛТ для обеспечения высокого уровня гарантии качества метода.

Инновационным направлением сегодня рассматривается разработка комплексов диагностического исследования пациентов с заболеваниями различной локализации с привлечением современных способов визуализации анатомических областей и органов человека, куда, собственно, должно быть направлено радиационное воздействие различной степени интенсивности. При реализации дистанционной (ДЛТ) и контактной (КЛТ) ЛТ, именуемой в международной практике брахитерапией (БТ), с использованием современных комплексов высокоэнергетической ускорительной техники (до 25 МэВ) для ДЛТ и автоматизированных БТ комплексов с малогабаритными единичными источниками ^{60}Co или ^{192}Ir в условиях высокой мощности дозы излучения (HDR – high dose rate), представляется возможным и целесообразным применять ускоренные курсы с высокими поглощенными дозами в рамках среднего и крупного фрак-



Рис. 1, а-ж. Выдающиеся отечественные ученые, прямо и опосредованно внесшие вклад в онкологическую науку

1, а. Профессор Александр Иванович Савицкий – гордость отечественной онкологической науки.

1, б-в. Александр Михайлович Прохоров и Николай Геннадиевич Басов – лауреаты Нобелевской премии 1964 г.

1, г-д. Жорес Иванович Алферов, лауреат Нобелевской премии 2000 г.: отделение нанотехнологий информационных технологий РАН и Валентин Павлович Гапонцев: ООО Научно-техническое объединение «ИРЭ-Полюс», г. Фрязино

1, е-ж. Александр Сергеевич Штань: «НИИТФА» ГК Росатом и академик РАМН, профессор Александр Сергеевич Павлов: ЦОЛИУ врачей – создатели направления отечественной автоматизированной контактной лучевой терапии, брахитерапии

Fig. 1, a-g. Outstanding Russian scientists who have directly and indirectly contributed to scientific oncology.

1, a. Professor Alexander Ivanovich Savitsky – the pride of Russian oncology science.

1, b-c. Alexander Mikhailovich Prokhorov and Nikolai Gennadievich Basov – 1964 Nobel Prize laureates.

1, d-e. Zhores Ivanovich Alferov, 2000 Nobel Prize laureate: Department of Nanotechnology and Information Technologies, Russian Academy of Sciences; and Valentin Pavlovich Gapontsev: IRE-Polus Scientific and Technical Association, Fryazino.

1, f-g. Alexander Sergeevich Shtan: Scientific Research Institute of Technical Physics and Automation, Rosatom State Corporation; and RAMS Academician, Professor Alexander Sergeevich Pavlov: The Central Order of Lenin Institute for Advanced Medical Studies – creators of the field of domestic automated contact radiation therapy, brachytherapy.

ционирования согласно определяемой клиницистом стратегии облучения. Конформная ДЛТ на базе ускорительной техники и контактная лучевая терапия в условиях HDR были реализованы для практического здравоохранения в государственном сегменте

«Онкология» (рис. 2). Конформная ЛТ обеспечила соответствие «дозиметрической мишени» анатомической зоне роста опухоли со снижением уровня радиационного воздействия на здоровые органы и ткани [3].

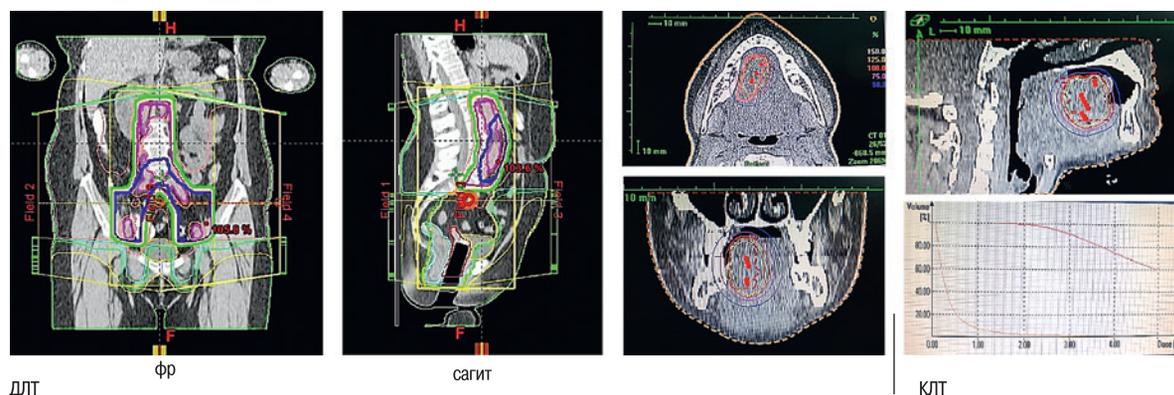


Рис. 2. Конформная ДЛТ на область таза и лимфатических узлов парааортальной области, рак матки-справа (а-б) и внутритканевая гамма-терапия рака языка в 3D-визуализации с гистограммой «доза-объем» – справа (в-г-д)

Fig. 2. Conformal EBRT to the pelvic region and para-aortic lymph nodes, uterine cancer – on the right (a-b), and interstitial gamma-therapy for tongue cancer in 3D visualization with a dose-volume histogram – on the right (c-d-e)



Реальный градиент дозы 1000-100% на расстоянии 2,0 см

Рис. 3. Импортные эндостаты для БР рака шейки матки (а) с изодозным распределением во фронтальной плоскости (б) с убыванием дозы по квадрату расстояния (в)

Fig. 3. Imported intracavitary applicators for cervical cancer BT (a) with isodose distribution in the frontal plane (b) with dose decrease by the square of the distance (c)

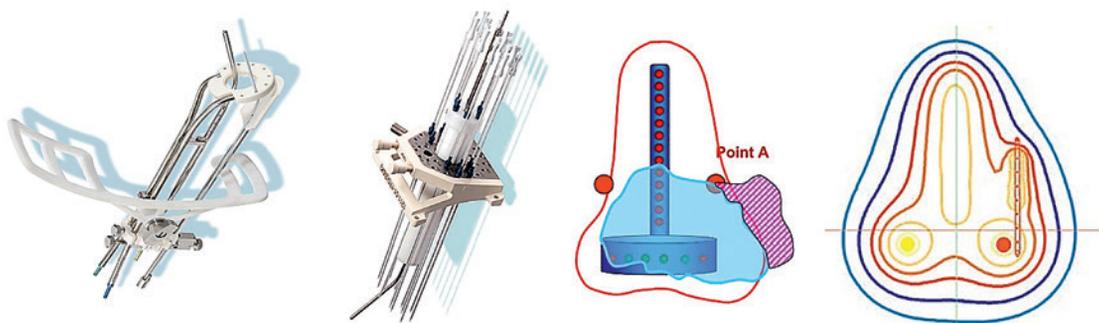
Это определило возможность и целесообразность внедрения в практическое здравоохранение ускоренных курсов в рамках среднего и крупного фракционирования по показаниям, согласно определяемой клиницистом стратегии облучения СОД экв. 45–70 Гр с оценкой полученных пациентом уровней доз на основе гистограммы «доза-объем». При этом существенно возрастают требования по обеспечению адекватной защиты окружающих опухоль органов и тканей, не вовлеченных в орбиту радиационного воздействия.

БТ – способ, основанный на внедрении в опухоль или окружающие ее ткани эндостатических устройств или интрастатов, гарантирующих жесткое параллельное их размещение в опухоли, через которые в дальнейшем транспортируются миниатюрные закрытые моноисточники излучения на основе радионуклида ^{60}Co или ^{192}Ir в основном на иностранных аппаратах (рис. 3).

Программа их размещения (локации) и времени экспонирования в зависимости от планируемой разовой поглощенной дозы определяется по результатам трехмерного 3D дозиметрического планирования. Учитывая физические законы распределения

энергии ионизирующего излучения в опухоли и за ее пределами со снижением уровня дозы по квадрату расстояния, понятно, насколько существенным оказывается влияние таких факторов, как положение источника в аппликаторах, точное определение позиции эндостатов/интрастатов в зоне опухоли и их взаимоотношения относительно окружающих объемных органов из-за риска развития лучевых осложнений, обусловленных превышением допустимой дозы или высокой индивидуальной радиочувствительностью [4].

Применение внутритканевых технологий БТ совместно с внутриполостными для достижения «терапевтического уровня» дозы, например при местнораспространенных опухолях шейки матки, следует считать допустимым лишь в исключительных случаях, т.к. это противоречит основной концепции метода ввиду критического градиента дозы на расстоянии 2,0 см от поверхности интрастата в диапазоне 1000–100% (рис. 4). Это обстоятельство способно повысить риск осложнений, особенно при сочетании облучения с токсичными программами химиотерапии.



Antonius Spiller, 2017 г. Москва

Рис. 4. Импортные эндостаты для БР рака шейки матки – сочетание использования внутритканевой и внутриполостной технологий (а-б) с изодозным распределением во фронтальной плоскости с изодозным распределением для усиления радиационного воздействия на параметральную клетчатку (в-г)

Fig. 4. Imported intracavitary applicators for cervical cancer BT - combined use of interstitial and intracavitary technologies (a-b) with isodose distribution in the frontal plane with isodose distribution to enhance the radiation effect on the parametrium (c-d)



Рис. 5. Отечественные технологии брахитерапии сегодня – виды эндостатов и аппликаторов – слева (а); комплекс БТ – Брахиум 1(б) и сцинтилляционный дозиметр до измерений in vivo (в) – справа

Fig. 5. Domestic brachytherapy technologies today – types of applicators – on the left (a); the BT-Brahium 1 complex (b) and a scintillation dosimeter before in vivo measurements (c) – on the right

Особое внимание следует обратить на импортозамещающий сегмент ЛТ, разрабатываемый совместно с учреждениями Госкорпорации Росатом, чье 80-летие мы отмечаем как высокий факт постоянного и эффективного положительного влияния на ЛТ, а также – на развитие технологий радиоизотопной диагностики и терапии в онкологии.

Необходимо подчеркнуть, что сегодня важен интенсивный поиск медицинских педагогических кадров от низшего звена до врачебного и научного – ассистентов, доцентов, профессоров и академиков, которые должны увлечь и привлечь наших студентов к терапевтической радиологии как к перспективному методу, способному обеспечить высокую продолжительность и хорошее качество жизни онкологическим пациентам. И этому, в т.ч. способствуют интенсивные научные связи медицины и атомной промышленности.

В ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава РФ в рамках импортозамещения была осуществлена глобальная модернизация серийных брахитерапевтических комплексов АГАТ-ВП [5], которые сегодня способны полностью закрыть отечественный рынок и именно с помощью российских специалистов обеспечить клиническую реализацию КЛТ с распространением на дружественные страны, население которых нуждается в этом виде лечения. При этом наши радиотерапевты в рамках Научно-исследовательских центров и соответствующих кафедр университетов должны отойти от рабского и примитивного подражания иностранным технологиям и действовать так, как это делается на территории Великой Китайской народной республики, чей народ столь же трудолюбив, терпелив и научно продвинут, как и мы, россияне.

Отечественные комплексы Брахиум-1 (рис. 5), получив ограниченное внедрение в РФ, в настоящее время подвергаются устранению фиксированных неопределенностей и, на наш взгляд, должны быть приняты в арсенал национальной ЛТ вместе с возможностью их применения на основе стандартизированных закрытых источников $^{60}\text{Co}/^{192}\text{Ir}$ и измерений in vivo во время сеансов облучения для обеспечения гарантии качества благодаря точному сопоставлению расчетной и реально доставленной терапевтической дозы, измеренной отечественным сцинтилляционным дозиметром МКД-04. Целью дозиметрии in vivo является проверка того факта, что лечение проводится в соответствии с предписаниями. Дозиметрия in vivo должна составлять часть системы управления качеством в ЛТ. Измерения in vivo обеспечивают запись лечения, подтверждающую, что доза пациенту была подведена правильно и в пределах ожидаемой переносимости [6].

Мы ждем реальной интенсификации действий учреждений ГК Росатом, которые имеют финансовый и человеческий потенциал для помощи медицинской науке в этом сегменте радиотерапии.

Включение технологий КТ, МРТ и ПЭТ/ПЭТ-КТ в алгоритмы первичной диагностики, динамического контроля опухоли после лечения для раннего установления прогрессирования заболевания или лучевых/комбинированных осложнений, а также учитывая тенденцию использования методов визуального контроля реализации индивидуальных программ КЛТ и ДЛТ, считаем это направление актуальным, но весьма экономически обременительным для онкологии в целом. При этом сопоставление результатов полученной в процессе первичной диагностики количественной информации об опухоли оказывается не всегда адекватно сопоставимым с данными обследования пациентов в процессе динамического контроля хода лучевого лечения.

Необходимо подчеркнуть, что проблема точно-линейного оконтуривания опухоли с помощью электронного пера также не исключает многих неопределенностей, ответственных в дальнейшем за развитие осложнений. С этих позиций поддержкой практическому здравоохранению является разработка и внедрение отечественных автоматизированных систем 3–4-мерного оконтуривания опухоли и объемных органов риска на базе математических программ с учетом алгоритмов клинко-физических



Рис. 6. ФГБУ «РНЦРР» Минздрава РФ

Оптоволоконный многофункциональный лазер – а. Медицинская технология с использованием лазерной гипертермии (радиомодификация) – слева; НИЛИ (профилактика осложнений; фотодинамическая терапия, ФДТ (лучевая терапия + ФДТ) – б

Fig. 6. Federal State Budgetary Institution “Russian Scientific Center of Roentgen Radiology” of the Ministry of Health of the Russian Federation Fiber-optic multifunctional laser – a. Medical technology using laser hyperthermia (radiation modification) – left; LLLT (prevention of complications; photodynamic therapy, PDT (radiation therapy + PDT) – b.



Рис. 7. Рак молочной железы: химиолучевая терапия и операция с реконструкцией — слева; и операция — удаление сектора с внутритканевой автоматизированной БТ — справа

Fig. 7. Breast cancer: chemoradiation and surgery with reconstruction — left; and surgery — lumpectomy with interstitial automated BT — right

и радиобиологических данных об индивидуальном пациенте, которые сегодня предоставляются только экспортерами.

В рамках инновационных подходов к обеспечению радиотерапевтической службы необходимо ускорить разработку и внедрение отечественных комплексов визуализации на основе мобильных конусно-лучевых компьютерных томографов, КЛКТ, которые были информационно представлены в публикации журнала «Атомная энергия» специалистами Атомпрома уже в 2018 г. [7]. Значительные интеллектуальные усилия в этом направлении были потрачены сотрудниками «Российского научного центра рентгенорадиологии» Минздрава РФ, констатируя на этапе медицинского эксперимента чрезвычайную и многофункциональную полезность комплекса в планировании и контроле ЛТ.

Не следует оставлять без внимания высокий уровень выявления онкологических заболеваний на стадии инвазивного и/или метастатического процесса, поэтому в терапевтической радиологии должны быть широко востребованы способы ускорения регрессии опухолей размерами >5 см. К ним относят технологии, например локальной гипертермии с использованием отечественных лазеров на оптоволокне. Медицинская технология утверждена Минздравом РФ и позволяет ускорить темпы регрессии плоскоклеточного рака шейки матки в 3–5 раз, что расширяет показания к БТ без включения внутритканевого компонента и снижает риски развития осложнений (рис. 6).

ГК Ростехнологии располагает возможностями оказания технической помощи и промышленной поставки отечественных 3-волновых оптоволоконных лазеров для весьма тяжелого контингента пациентов со злокачественными опухолями различной локализации.

Совершенствование методик ЛТ необходимо и в рамках использования радиационного воздействия в условиях размещенных у пациентов трансплантатов, например молочных желез. Это позволяет избежать побочных эффектов в виде воспалительной инфильтрации или отторжения импланта. В этих ситуациях важным аспектом является контроль рассчитанной и реально доставленной дозы, измеренной *in vivo*.

Следует обращать внимание на разработку индивидуальных подходов не только к ЛТ, но и к хирургическому протоколу и выбору схем полихимиотерапии с позиции прогнозирования токсичности, оценки продолжительности и финансовой затратности этапов реабилитации. Частично утраченные технологии внутритканевой ЛТ при локализованном раке молочной железы ранее уже демонстрировали свою бесспорную эффективность в ФГБУ «РНЦРР» Минздрава РФ (рис. 7), эффективно применяются, например в Санкт-Петербурге под руководством академика РАН А.М. Беляева командой профессора С.Н. Новикова и могут



Рис. 8. Конгресс-центр — место проведения первого международного междисциплинарного конгресса по ядерной медицине и онкологии «Университетские клиники»

Fig. 8. Congress Center — the venue for the First International Interdisciplinary Congress on Nuclear Medicine and Oncology “University Clinics”

экономически рентабельно тиражироваться в новых условиях и сегодня.

Современные импортные технологии радиотерапии необходимы хотя бы для понимания того, что разрабатываемые научные направления и медицинские технологии нисколько не уступают, а часто опережают зарубежные в их стремлении к лидерству. Все научные центры России сегодня должны быть заинтересованы в продвижении терапевтической радиологии и совместно с университетскими клиниками привлекать наших студентов к овладению удивительно прекрасной и чрезвычайно полезной для наших граждан специальности — клинической радиологии, что эффективно продемонстрировал I МГМУ им. И.М. Сеченова в рамках прошедшего Первого международного междисциплинарного конгресса по ядерной медицине и онкологии «Университетские клиники» 4–6 декабря 2025 г. (Москва) (рис. 8).

Условия для этого были созданы предыдущими и ныне здравствующими поколениями лучевых диагностов и лучевых терапевтов. Очевидно, необходимо прислушаться к словам великого *Сунь Цзы: Учиться надо до последнего дыхания...*

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Субботин А.С., Пронин А.И., Гелиашвили Т.М. и др. ПЭТ-КТ при гематологических злокачественных опухолях: что достигнуто и к чему стремиться. *Клиническая онкогематология. Функциональные*

- исследования и клиническая практика. 2024;17(2):109–29. [Subbotin A.S., Pronin A.I., Geliashvili T.M., et al. PET/CT in Hematological Malignancies: What Has Been Achieved and What Remains to Be Done. *Clinical Oncohematology. Basic Research and Clinical Practice*. 2024;17(2):109–128. (In Russ.)]
2. Солодкий В.А., Нуднов Н.В., Крейнина Ю.М. и др. Роль 18-F-ФДГ ПЭТ-КТ в посттерапевтическом мониторинге у больных раком шейки и тела матки с подозрением на прогрессирование в ранее облученных зонах. *Медицинская визуализация*. 2023;27(2):1–12. [Solodkiy V.A., Nudnov N.V., Kreynina Yu.M., Shevchenko L.N., Kaskulova M.Kh., Titova V.A., Pronkina E.V., Vorobjeva V.O. 18FDG PET-CT significance for post-treatment monitoring in cervical and uterine cancer patients with suspected recurrence in previously irradiated zones. *Medical Visualization*. 2023;27(2):99–109. (In Russ.)]
 3. Титова В.А., Паньшин Г.А., Шевченко Л.Н. и др. Послеоперационная конформная лучевая терапия рака шейки и тела матки: роль контактной лучевой терапии. *Трудный пациент*. 2019;17(8–9):33–6. [Titova V.A., Panshin G.A., Shevchenko L.N., et al. Postoperative conformal radiation therapy for cervical and uterine cancer: the role of contact radiation therapy. *Trudnii patsient*. 2019;17(8–9):33–6. (In Russ.)]
 4. Spiller A. Brachytherapy of Cervix Cancer. From 2D to 3D planning. *Eckert@Ziegler Bebig*. Moscow. Dec.2017.
 5. Решетов И.В., Солодкий В.А., Титова В.А., Петровский В.Ю. Эволюция лучевой терапии злокачественных опухолей полости рта. Современный взгляд. М., 2024. 257 с. ISBN 978-5-6048226-7-6. [Reshetov I.V., Solodky V.A., Titova V.A., Petrovsky V.Yu. Evolution of radiation therapy for malignant tumors of the oral cavity. A modern perspective. Moscow, 2024. 257 p. ISBN 978-5-6048226-7-6. (In Russ.)]
 6. Харина А.А., Титова В.А. Разработка отечественного многоканального клинического дозиметра. *Вопросы атомной науки и техники. Серия: Техническая физика и автоматизация*. 2023;98:61–4. [Kharina A.A., Titova V.A. Development of a domestic multichannel clinical dosimeter. *Voprosi atomnoy nauki i tekhniki. Series: Technical Physics and Automation*. 2023;98:61–4. (In Russ.)]
 7. Родько И.И., Сарычев Г.А., Балакирев П.В. и др. Разработка комплекса лучевой терапии на основе линейного ускорителя электронов энергией 6 МэВ и конусно-лучевого компьютерного томографа. *Вопросы атомной науки и техники. Серия: Техническая физика и автоматизация*. 2018;125(5):292–5. [Rodko I.I., Sarychev G.A., Balakirev P.V., et al. Development of a radiation therapy complex based on a 6 MeV linear electron accelerator and a cone-beam computed tomograph. *Voprosi atomnoy nauki i tekhniki. Series: Technical Physics and Automation*. 2018;125(5):292–5. (In Russ.)]

Поступила 29.12.2025

Получены положительные рецензии 14.01.26

Принята в печать 24.01.26

Received 29.12.2025

Positive reviews received 14.01.26

Accepted 24.01.26

Информация об авторе:

Титова Вера Алексеевна — д.м.н., профессор, главный научный сотрудник лаборатории лучевой терапии и комплексных методов лечения онкологических заболеваний ФГБУ «Российский научный центр рентгенорадиологии» Минздрава РФ. Адрес: 117997, Москва, ул. Профсоюзная, д. 86; e-mail: veratitova41@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-9927-7832>

Information about the author:

Vera Alekseevna Titova — Dr.Med.Sci., Professor, Chief Researcher, Laboratory of Radiation Therapy and Complex Cancer Treatment Methods, Russian Scientific Center of Roentgen Radiology, Ministry of Health of the Russian Federation. Address: 86 Profsoyuznaya St., Moscow, 117997; e-mail: veratitova41@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0001-9927-7832>