

## Разработка мобильного приложения для оценки радиационного риска, связанного с проведением медицинских рентгенорадиологических исследований

Репин Л.В., Библин А.М.

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева, Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

*Применение ионизирующего излучения является одним из интенсивно развивающихся направлений в медицинской диагностике, что приводит к неуклонному росту числа исследований и коллективной дозы медицинского облучения в последние годы. В связи с этим актуальным является решение задачи повышения доступности достоверной научной информации о радиационных рисках, связанных с медицинским облучением. Цель работы — создание прикладного инструмента, предназначенного для решения задачи по информированию пациентов и их законных представителей о радиационных рисках, связанных с медицинским диагностическим облучением. Материалы и методы: Для наиболее полного представления о радиационных рисках, связанных с медицинским диагностическим облучением, было разработано мобильное приложение, позволяющее получить результаты оценки четырех различных показателей риска: средняя индивидуальная эффективная доза; среднее число потерянных лет здоровой жизни; средний риск развития злокачественных новообразований с поправкой на степень тяжести заболевания; оценка риска с помощью качественной шкалы, дополненной цветографическим представлением значения риска. Для формирования базы данных показателей радиационного риска были использованы оценки 17 719 значений органных доз, получаемых пациентами различного возраста при проведении медицинских диагностических исследований. Результаты и обсуждение: Разработанное мобильное приложение имеет двуязычный интерфейс с возможностью добавления дополнительных языковых модулей. Минималистичный дизайн интерфейса предполагает возможность переключения между тремя основными экранами приложения: «Одиночное исследование», «Серия исследований» и «Сохраненные серии». Заключение: Разработка мобильного приложения по оценке рисков при медицинском облучении стала первым результатом практического применения методик оценки риска, разработанных авторами, с целью создания простого инструмента информационной поддержки пациентов, их законных представителей, медицинских специалистов и широкого круга заинтересованных лиц.*

**Ключевые слова:** медицинское облучение, радиационный риск, радиационный ущерб, DALY, мобильное приложение.

### Введение

Применение ионизирующего излучения (ИИ) является одним из интенсивно развивающихся направлений в медицинской диагностике, что приводит к неуклонному росту числа исследований и коллективной дозы медицинского облучения в последние годы [1-3]. При этом медицинское облучение пациентов не нормируется. Одним из следствий этого является восприятие лучевых методов исследования как рутинных, повседневных, и, следовательно, «сравнительно безопасных». Для медицинских специалистов польза от применения указанных методов диагностики кажется очевидно превышающей возможный вред. Прежде всего, это связано с тем, что качественная диагностическая информация, необходимая для диагностики и правильного лечения, будет получена «здесь и сейчас», тогда как возможные негативные последствия воздействия радиации на пациента носят отсроченный на годы характер. Решение же задачи по информированию о риске, связанном с медицинским исследованием, и получение добровольного информированного согласия на его проведение зачастую превращается в формальность, результатом чего является рост числа жалоб и исковых заявлений

со стороны пациентов по отношению к медицинским работникам [4, 5]. Дополнительную сложность может представлять недостаточно высокий уровень компетенции медицинских специалистов в области оценки радиационных рисков, не способствующий формированию адекватного восприятия информации о рисках у пациентов, их законных представителей, а также самого медицинского персонала.

При этом радиотревожность отдельных пациентов способна оказывать негативное влияние как на принятие решений о проведении исследований, так и на психологическое состояние, связанное с выражением согласия на проведение исследования «по необходимости». Развитие Интернета и современных средств коммуникации, а также достаточно низкий средний уровень критического анализа поступающей информации приводят к тому, что в результате самостоятельного поиска люди зачастую получают недостоверную информацию, в которой уровень потенциального риска, связанного с воздействием радиации, неадекватно завышен и преподносится как неизбежный либо, напротив, полностью отрицается. На рисунке 1 представлены некоторые результаты с первой страницы выдачи результатов поисковой системы Яндекс в ответ на запрос «Компьютерная томография вызывает рак?».

**Репин Леонид Викторович**

Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева  
Адрес для переписки: 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: l.repin@niirg.ru

Как видно, представленная информация носит взаимоисключающий характер, а неправильное понимание упоминаемых авторами публикаций результатов научных исследований приводит еще и к искажению сути получаемых учеными результатов. Особенно примечательным является принципиальное отличие формулировок первого и третьего результатов. Обе публикации ссылаются на одну и ту же работу, при этом абсолютно по-разному интерпретируя оценку в «5%». Причем в первом случае абсолютно неправильно, а во втором

– без важной оговорки. В оригинальном исследовании были изучены 93 млн КТ исследований, проведенных в 2023 г. в США. «В ходе исследования было установлено, что при текущем уровне использования и дозы облучения КТ-исследования в 2023 г., по прогнозам, приведут к примерно 103 000 случаев рака в будущем в течение жизни пациентов, подвергшихся воздействию. Если нынешняя практика сохранится, рак, связанный с КТ, в конечном итоге может составлять 5% всех новых диагнозов рака ежегодно» [6].

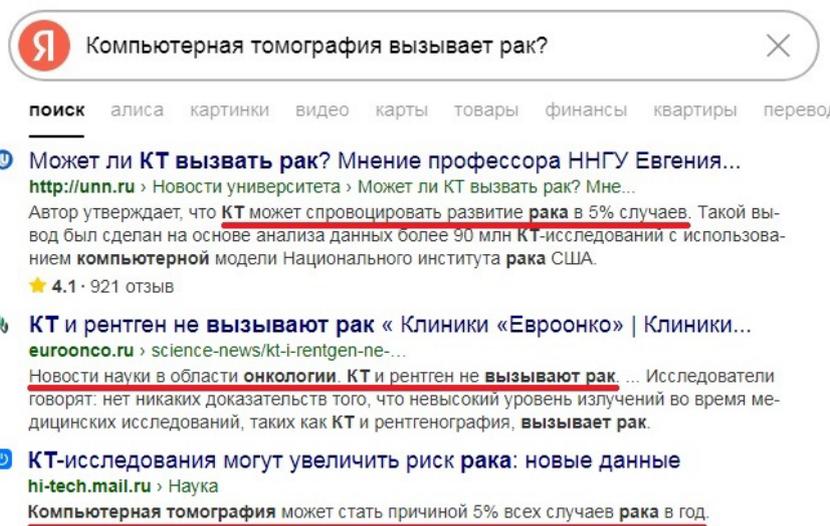


Рис. 1. Фрагмент результатов поисковой выдачи по запросу «Компьютерная томография вызывает рак?» в поисковой системе Яндекс

[Fig. 1. Fragment of search results for the query “Does computed tomography cause cancer?” in Yandex]

В описанных условиях решение задачи повышения доступности достоверной научной информации о радиационных рисках, связанных с медицинским облучением, представляется крайне актуальным. Для решения данной задачи в рамках отраслевой научно-исследовательской работы (НИР) «Разработка и научное обоснование прикладных методов оценки радиационных рисков для здоровья населения при различных ситуациях и сценариях облучения на основе современных подходов к оценке радиационного ущерба» было разработано мобильное приложение по оценке радиационных рисков при медицинском диагностическом облучении пациентов. Указанное приложение предназначено для использования пациентами и их законными представителями, медицинскими специалистами и другими заинтересованными лицами.

**Цель исследования** — создание прикладного инструмента, предназначенного для решения задачи по информированию пациентов и их законных представителей о радиационных рисках, связанных с медицинским диагностическим облучением.

### Материалы и методы

Для наиболее полного представления о радиационных рисках, связанных с медицинским диагностическим облучением, было решено включить в мобильное приложение результаты расчета четырех различных показателей риска:

- средняя индивидуальная эффективная доза;
  - среднее число потерянных лет здоровой жизни на 10 000 человек;
  - средний риск развития злокачественных новообразований с поправкой на степень тяжести заболевания на 10 000 человек;
  - оценка риска с помощью качественной шкалы, дополненной цветографическим представлением значения риска.
- Выбор указанных показателей обусловлен следующими соображениями:

1. В соответствии с определением, данным в статье 1 Федерального закона № 3-ФЗ «О радиационной безопасности населения»<sup>1</sup>, «Эффективная доза – величина воздействия ионизирующего излучения, используемая как мера риска возникновения отдаленных последствий облучения организма человека и отдельных его органов с учетом их радиочувствительности». Применение эффективной дозы как средней популяционной меры риска развития стохастических эффектов облучения в области обеспечения радиационной безопасности за последние 35 лет стало стандартом де-факто. Указанная величина не учитывает половозрастных различий риска, но позволяет быстро получить грубую предварительную оценку возможных негативных последствий воздействия радиации на здоровье на средне-популяционном уровне. Указанная величина хорошо знакома специалистам и является достаточно информативной в области очень низких уровней облучения.

<sup>1</sup> Федеральный закон от 09.01.1996 № 3-ФЗ (ред. от 18.03.2023) «О радиационной безопасности населения» [Federal Law No. 3-FZ dated 09.01.1996 (ed. 18.03.2023) “On Radiation Safety of the Public” (In Russ.)].

2. Среднее число потерянных лет здоровой жизни, взвешенных с учетом нетрудоспособности, представляет собой метрику DALY<sup>2</sup>, используемую Всемирной организацией здравоохранения в рамках проекта «Глобальное бремя болезней» [7]. Это один из наиболее современных и информативных показателей популяционного здоровья, который находит всё более широкое применение в области оценки рисков, связанных с воздействием различных вредных факторов среды обитания [8–10].

3. Средний риск развития злокачественных новообразований с поправкой на степень тяжести заболевания, обозначенный в приложении как DAR<sup>3</sup>, — это аналог показателя «Пожизненный радиационный риск смерти с учетом вреда для здоровья от снижения качества жизни по причине онкологического заболевания», который используется для характеристики риска в методических рекомендациях МР 2.6.1.0215-20<sup>4</sup>. Показатель DAR сопоставим напрямую с показателем, использованным в МР 2.6.1.0215-20, но рас-

считан по более современному российскому медико-демографическому данным с использованием более современной модели радиационного риска, описанной в Публикации 152 Международной комиссии по радиологической защите [11].

4. Качественная шкала риска также взята из МР 2.6.1.0215-20, однако ранжирование рисков по указанной шкале осуществляется с использованием показателя DAR.

Для формирования базы данных показателей радиационного риска были использованы оценки 17 719 значений органических доз, получаемых пациентами различного возраста при проведении медицинских диагностических исследований, представленных в таблице. Оценка органических и эффективных доз была выполнена с использованием программного обеспечения РСХМС 2.0 [12] на основе протоколов рентгенорадиологических исследований, собранных специалистами ФБУН НИИРГ им. П.В. Рамзаева в больницах Санкт-Петербурга в 2015–2018 гг. [13, 14].

Таблица

**Перечень медицинских диагностических рентгенорадиологических исследований, оценки риска для которых представлены в разработанном мобильном приложении**

[Table

**A list of medical diagnostic radiological imaging procedures with the risk evaluations that are available in the developed mobile app]**

№	Вид исследования [Type of examination]	Область исследования* [Examination area]	Особенности [Characteristics]	Возрастные группы** [Age groups]	
1	Рентгенография [X-ray examinations]	Череп [Skull]	–	(0, 1, 5–85)	
2		ШОП [Cervical Spine]			
3		ГОП [Thoracic Spine]			
4		ОГК [Chest]			
5		ПОП [Lumbar Spine]			
6		ОБП [Abdomen]			
7		Таз [Pelvis]			
8	Рентгеноскопия [Fluoroscopy]	Желудок [Stomach]	–	(5–85)	
9		Пищевод [Esophagus]			
10	Ирригоскопия [Irrigoscopy]				
11	Интервенционное исследование [Interventional examinations]	Сосуды сердца [Coronary vessels]	–	(0, 1, 5–85)	
12		Голова [Head]			
13		Все тело [Whole body]			
14	Компьютерная томография [Computed tomography]	ОГК [Chest]	без контраста [no contrast]	(0, 1, 5–85)	
15			с контрастом [with contrast]		
16		ОБП [Abdomen]	без контраста [no contrast]		
17			с контрастом [with contrast]		
18	ПЭТ/КТ [PET/CT]	Головной мозг [Brain]	С-метионин [C-methionine]	(0, 1, 5–85)	
19		Все тело [Whole body]	F-ФДГ [F-FDG]		
20	Сцинтиграфия [Scintigraphy]	Легкие [Lungs]	<sup>99m</sup> Tc-макротех [ <sup>99m</sup> Tc-MAA]	(5–85)	
21		Печень [Liver]	<sup>99m</sup> Tc-бромезида [ <sup>99m</sup> Tc-IDA]		
22			<sup>99m</sup> Tc-технефит [ <sup>99m</sup> Tc-labelled large colloids scintigraphy]		
23		Почки [Kidneys]	<sup>123</sup> I-гиппуран [ <sup>123</sup> I-hippuran]		
24			<sup>99m</sup> Tc-пентатех [ <sup>99m</sup> Tc-DPTA]		
25			<sup>99m</sup> Tc-технемаг [ <sup>99m</sup> Tc-MAG3]		
26		Скелет [Skeleton]	<sup>99m</sup> Tc-фосфаты [ <sup>99m</sup> Tc-phosphates and phosphonates]		(5–85)
27			<sup>123</sup> I-Nal		
28		Щитовидная железа [Thyroid gland]	<sup>99m</sup> Tc-пертехнетат [ <sup>99m</sup> Tc-pertechnetate]		(5–85)
29			<sup>123</sup> I-МИБГ [ <sup>123</sup> I-MIBG]		
30		Все тело [Whole body]	<sup>67</sup> Ga-цитрат [ <sup>67</sup> Ga-citrate]		(5–85)
31					

<sup>2</sup> Disability-Adjusted Life Years – англ., годы жизни, взвешенные по нетрудоспособности.

<sup>3</sup> Detriment-Adjusted Risk – англ., риск, взвешенный с учетом ущерба.

<sup>4</sup> МР 2.6.1.0215-20 «Оценка радиационного риска у пациентов при проведении рентгенорадиологических исследований», утвержденные Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 21.09.2020 г. [Methodical Recommendation (MR) 2.6.1.0215-20 "Assessment of radiation risk of patients during radiological examinations". Approved by the Chief state sanitary doctor of the Russian Federation on 21.09.2020. (In Russ.)].

№	Вид исследования [Type of examination]	Область исследования* [Examination area]	Особенности [Characteristics]	Возрастные группы** [Age groups]
32	Флюорография		Пленочная [Film-based]	(20–85)***
33	[Screening chest X-ray]		Цифровая [Digital]	

\* Используются следующие сокращения: ШОП – шейный отдел позвоночника; ГОП – грудной отдел позвоночника; ОГК – органы грудной клетки; ПОП – поясничный отдел позвоночника; ОБП – органы брюшной полости [The abbreviations are explained in Russian].

\*\* Значения органных и эффективных доз облучения представлены для пациентов различного возраста с шагом в 5 лет. Для некоторых видов исследований представлены значения доз у пациентов возрастом 1 год. Некоторые виды исследований выполняются пациентам лишь начиная с определенного возраста [Organ and effective radiation dose values are provided for patients of different ages in 5-year increments. For some types of examinations, dose values are provided for 1-year-old patients. Certain examinations are only performed on patients starting from specific ages].

\*\*\* Флюорографические исследования выполняются, начиная с 18 лет. Однако в использованной для расчетов базе данных значения доз представлены с шагом в 5 лет. В разработанном мобильном приложении оценки риска представлены для пациентов с 18 лет [Fluorographic examinations are performed starting from age 18. However, in the database used for calculations, dose values are provided in 5-year increments. The developed mobile application presents risk assessments for patients aged 18 years and older].

Для расчета значений показателей риска было использовано специализированное программное обеспечение, разработанное в ходе выполнения НИР [15]. В результате выполнения расчетов были получены значения 2444 показателей DALY и DAR для мужчин и женщин различного возраста, составившие, наряду с рассчитанными ранее значениями эффективных доз облучения, базу данных мобильного приложения.

### Результаты

Разработанное мобильное приложение может работать на мобильных устройствах с операционной системой Android начиная с версии 8.0.0. На мобильных устройствах с другими операционными системами может использо-

ваться web-версия приложения. Внешний вид разработанного мобильного приложения представлен на рисунке 2. Минималистичный дизайн интерфейса предполагает возможность переключения между тремя основными экранами приложения: «Одиночное исследование», «Серия исследований» и «Сохраненные серии». Программа имеет двуязычный интерфейс с возможностью легкого добавления дополнительных языковых модулей.

Поскольку различные виды исследований выполняются для разных анатомических областей и описываются разными наборами параметров, система меню контекстно-зависима, то есть наличие/отсутствие и содержание разделов выбора параметров исследований определяется выбранным видом и областью исследования (рис. 3).

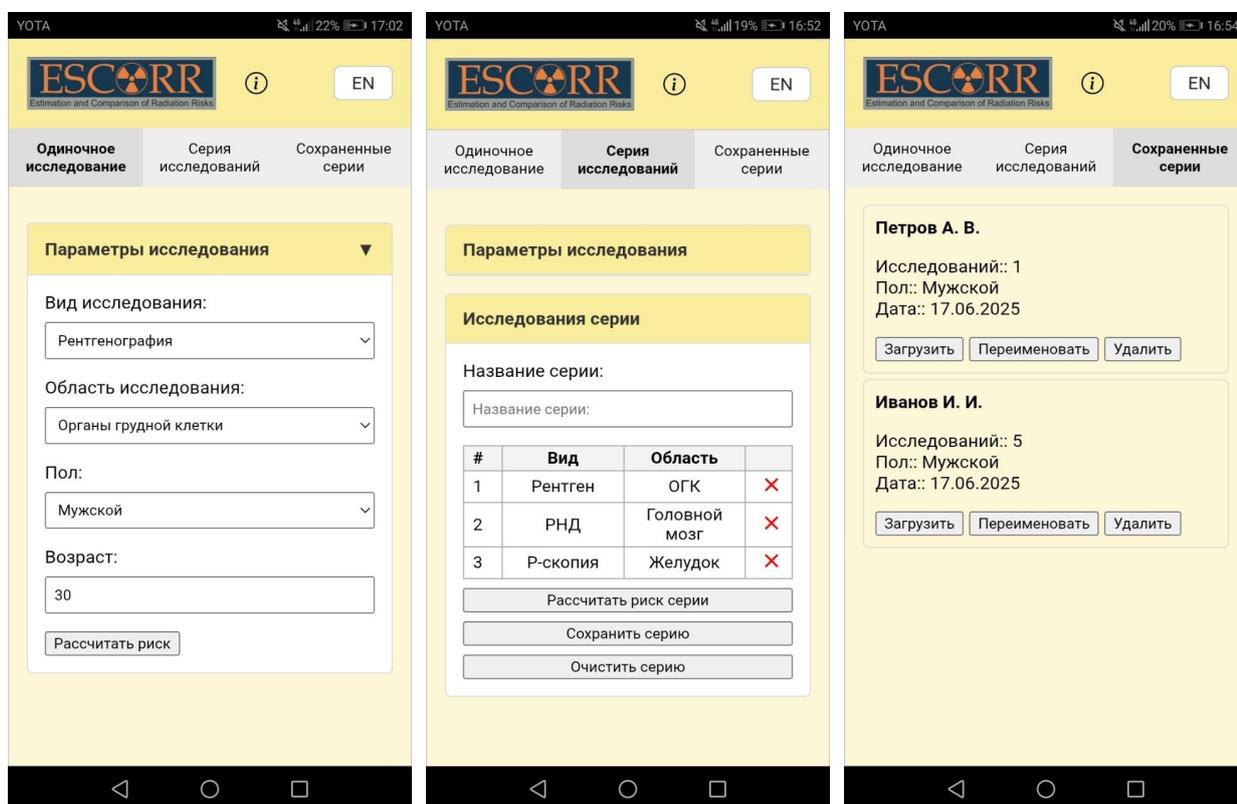
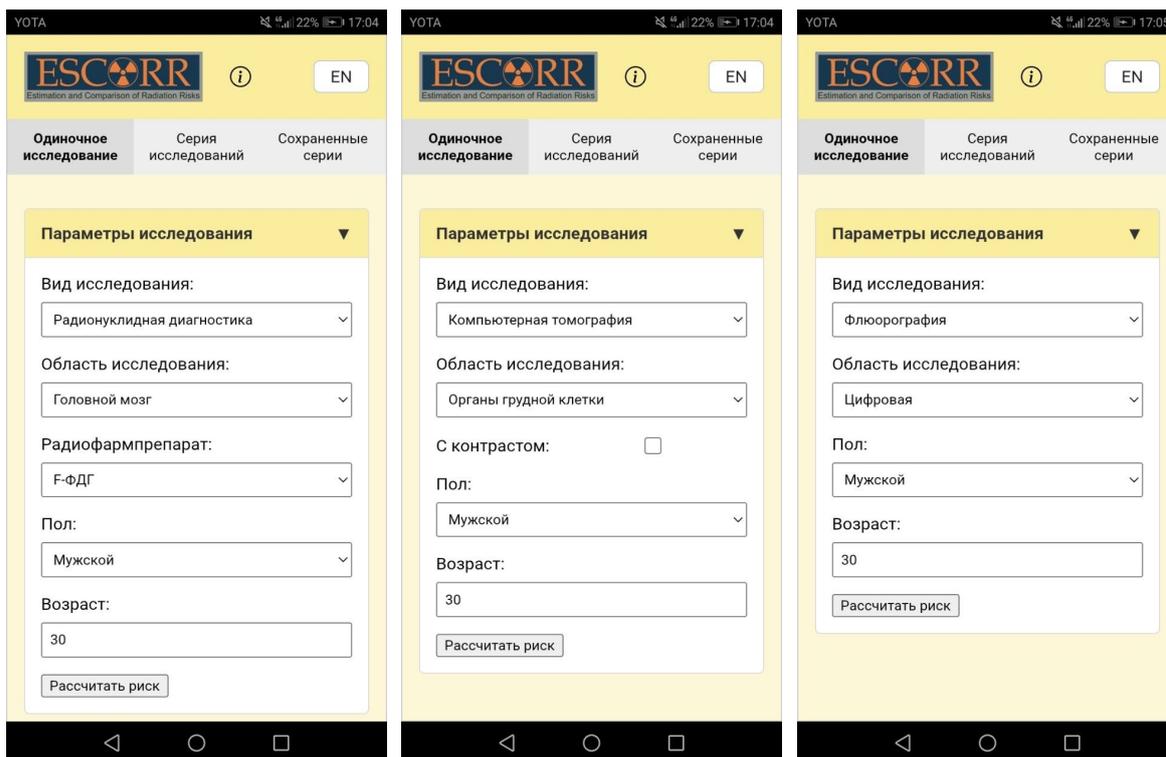


Рис. 2. Интерфейс мобильного приложения [Fig. 2. Mobile application interface]

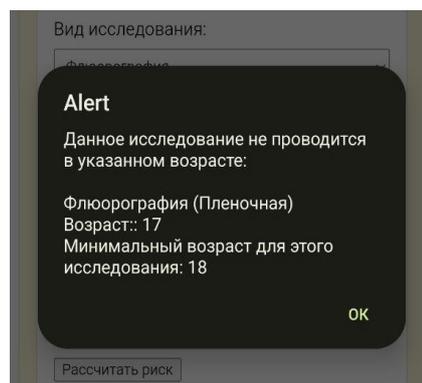


**Рис. 3.** Различие наборов параметров для разных видов исследований  
**[Fig. 3.** Differences in the parameter sets for various examination types]

В программе предусмотрен ряд проверок и сообщений пользователю в случае указания несовместимого набора параметров. Например, если выбранное исследование не проводится в указанном пользователем возрасте, программа выдаст соответствующее предупреждение (рис. 4).

Окончание выбора параметров исследования пользователь подтверждает нажатием на кнопку расчета риска, в результате чего в нижней части экрана высвечиваются значения трех показателей риска и характеристика риска по качественной и цветографической шкале (рис. 5).

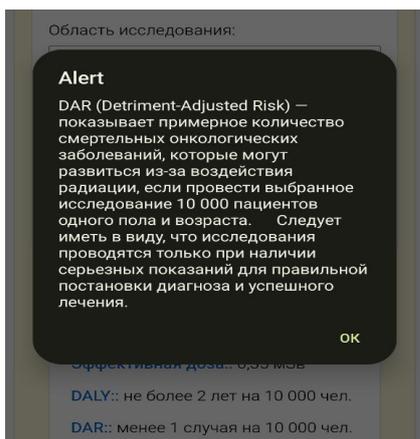
Особое внимание при разработке мобильного приложения было уделено обеспечению пользователей информацией, необходимой для адекватного понимания представленных результатов оценки риска. Система встроенных подсказок позволяет получать необходимые пояснения к назначению и смыслу приведенных показателей риска, дает представление о сопоставимости количественных значений с другими рисками. Описываются ограничения применимости показателей. Одно из условий при информировании о риске – избегать манипулятивности в подаче информации. Так, например, показатель числа потерянных лет здоровой жизни, отнесенный на 10 000 человек, может сформировать существенно заниженное понимание возможного риска для здоровья. Причина в том, что указанное число лет необходимо относить не ко всем 10 000 человек, а только к тем из них, у кого вероятно развитие радиационно-индуцированного рака. Т.е., например, для 90 % пациентов показатель DALY будет равен нулю, а для оставшихся 10 % риск будет в 10 раз больше рассчитанного среднего. Подобные разъяснения необходимы не только неквалифицированным пользователям, но и медицинским специалистам. При этом достоинство мобильного приложения заключается в том, что необходимое пояснение может быть получено непосредственно в области вывода результатов (рис. 6).



**Рис. 4.** Предупреждение приложения об ошибке ввода данных  
**[Fig. 4.** Application's input error warning]



**Рис. 5.** Область отображения результатов оценки риска  
**[Fig. 5.** Risk assessment results display area]



**Рис. 6.** Пример разъяснения смысла показателя риска  
**[Fig. 6.** An example of explanation of the risk measure meaning]

В настоящее время разработанное мобильное приложение находится в стадии пробной эксплуатации, сбора информации о выявленных ошибках, неточностях, а также сбора пожеланий пользователей по совершенствованию и доработке функционала.

### Обсуждение и перспективы развития

В условиях быстрого развития информационных технологий разработку нового программного продукта более уместно воспринимать не как конечную цель какого-то процесса, но, скорее, как первый шаг на пути решения некоторой актуальной задачи. Это в полной мере относится и к разработанному мобильному приложению. Основная цель выпуска первой версии мобильного приложения – создание прикладного инструмента для информационной работы с пациентами и их законными представителями по вопросам радиационных рисков, связанных с медицинским облучением. Одной из задач, требующих решения при разработке методических рекомендаций в области оценки радиационных рисков, является определение способов их практического применения. Разработанное мобильное приложение планируется испытать в медицинских организациях Санкт-Петербурга с целью получения обратной связи от пользователей (прежде всего – медицинских специалистов) для определения дальнейших путей развития проекта. На момент написания данной статьи благодаря полученной обратной связи удалось наметить ряд направлений совершенствования мобильного приложения. Среди наиболее важных задач при информировании о рисках, связанных с медицинским облучением, можно выделить следующие:

1) В первую очередь необходимо максимально понятно пояснить, с какими известными повседневными рисками сопоставимы представленные количественные значения. В большинстве случаев речь идет о рисках на уровне, воспринимаемом большинством людей, как абсолютно безопасный.

2) Важно акцентировать внимание пациента на том, что наиболее важным критерием при выборе и назначении метода медицинской диагностики является получение качественной диагностической информации, определяющей шансы на успешную постановку диагноза и эффективность лечения, и что риск постановки неправильного диагноза и при применении менее информативных методов диагностики существенно выше, чем вероятность развития негативных последствий от воздействия радиации.

3) Также важно донести до пользователя случайный статистический характер возможных негативных последствий и усредненный по большой численности пациентов

риск. Так, значения доз облучения, получаемые в ходе выполнения различных исследований и сообщаемые пациенту в медицинском учреждении, могут отличаться от справочных значений, представленных в программе. Этот момент требует четкого разъяснения, чтобы избежать ситуации, в которой пациент может испытать психологический дискомфорт, полагая, что его «переоблучили», если доза оказалась выше справочной, или сделали «некачественное исследование», если доза оказалась ниже.

4) В дальнейшем полезно дополнить оценку радиационного риска значениями нерадиационных рисков, сопровождающих исследование, такими, например, как аллергия на контрастное вещество и т.п.

5) По мере появления более новой информации о дозах облучения, о методах диагностики, не вошедших в разработанное мобильное приложение, данные в программе планируется актуализировать.

Совершенствование мобильного приложения будет осуществляться на основе результатов анализа замечаний и предложений, собранных в период пробной эксплуатации.

### Заключение

Создание мобильного приложения по оценке рисков при медицинском облучении стало первым результатом практического применения методик оценки риска, разработанных авторами, с целью создания простого инструмента информационной поддержки пациентов, их законных представителей, медицинских специалистов и широкого круга заинтересованных лиц.

Специализированные мобильные приложения представляют собой современную, динамичную, высокофункциональную и эффективную альтернативу бумажным информационно-методическим документам и их электронным копиям. К преимуществам мобильных приложений относится возможность представления различных показателей риска и пояснений к ним в удобном для использования виде, без необходимости поиска результатов оценки в различных громоздких таблицах и пояснений к используемым показателям в специальных методических разделах. Это позволяет в кратчайшие сроки получить более развернутое представление о характере рисков и адекватном восприятии полученных результатов оценки риска.

В настоящее время мобильное приложение проходит регистрацию в Роспатенте и решается вопрос о распространении программы с помощью магазинов мобильных приложений после внесения первичных исправлений, сделанных с учетом замечаний, полученных в ходе тестовой эксплуатации.

Желающие принять участие в тестировании разработанного мобильного приложения для операционной системы Android могут связаться с авторами статьи для получения наиболее актуальной версии приложения и высказывания пожеланий и предложений к его будущему функционалу.

### Сведения о личном вкладе авторов в работу над статьей

Репин Л.В. определил цели и задачи работы, подготовил промежуточный вариант рукописи.

Библин А.М. редактировал промежуточный вариант рукописи, подготовил окончательный вариант рукописи.

### Информация о конфликте интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Сведения об источнике финансирования

Статья подготовлена в рамках выполнения НИР «Разработка и научное обоснование прикладных методов оценки радиационных рисков для здоровья населения при различ-

ных ситуациях и сценариях облучения на основе современных подходов к оценке радиационного ущерба».

### Литература

1. Sources, effects and risks of ionizing radiation. UNSCEAR 2020/2021 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Volume I. Annex A. Evaluation of medical exposure to ionizing radiation. New York: United Nations, 2021. 344 p.
2. Mahesh M., Ansari A., Mettler F. Patient Exposure from Radiologic and Nuclear Medicine Procedures in the United States and Worldwide: 2009–2018 // Radiology. 2023. Vol. 307, № 1. P. e221263. DOI: 10.1148/radiol.221263.
3. Водоватов А.В., Романович И.К., Алехнович А.В. и др. Обеспечение радиационной безопасности пациентов в Российской Федерации при диагностическом медицинском облучении: текущее состояние, проблемы и решения // Медицинская физика. 2024. № 4. С. 33-49. DOI: 10.52775/1810-200x-2024-104-4-33-49.
4. Юдин А.Л., Никитин А.Э., Юматова Е.А. Роль информированного добровольного согласия при компьютерной томографии // Лучевая диагностика и терапия. 2017. Т. 4, № 8. С. 77-86.
5. Schieber C., Pözl-Viol C., Cantone M. et al. Engaging health professionals and patients in the medical field: role of radiological protection culture and informed consent practices // Radioprotection. 2020. Vol. 55. P. 235-S242. DOI: 10.1051/radiopro/2020039.
6. Smith-Bindman R., Chu P., Azman Firdaus H. et al. Projected lifetime cancer risks from current computed tomography imaging // JAMA Internal Medicine. 2025. Vol. 185, № 6. P. 710. DOI: 10.1001/jamainternmed.2025.0505.
7. Global burden of disease 2004 update: disability weights for diseases and conditions. Geneva: WHO, 2004.
8. Gao T., Wang X., Chen R. et al. Disability adjusted life year (DALY): A useful tool for quantitative assessment of environmental pollution // Science of The Total Environment. 2015. Vol. 511. P. 268-287. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2014.11.048.
9. Кочетков Д.В., Стерликов С.А., Люцко В.В. Оценка бремени туберкулёза в Ямало-Ненецком автономном округе и факторов, влияющих на величину DALY, YLL, YLD // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2025. № 1. С. 415-436. DOI: 10.24412/2312-2935-2025-1-415-436.
10. Thomsen S.T., Jakobsen L.S., Redondo H.G. et al. Burden of Disease of Dietary Exposure to Four Chemical Contaminants in Denmark, 2019 // Exposure and Health. 2022. Vol. 14, No 4. P. 871-883. DOI: 10.1007/s12403-022-00461-9.
11. Radiation detriment calculation methodology. ICRP. ICRP Publication 152. 2022 // Annals of the ICRP. 2022. Vol. 51, No 3. P. 103.
12. Tapiovaara M., Siiskonen T. PCXMC: A Monte Carlo program for calculating patient doses in medical X-ray examinations. 2nd Ed. STUK: Finalnd, 2008.
13. Водоватов А.В., Голиков В.Ю., Камышанская И.Г. и др. Определение коэффициентов перехода от произведения дозы на площадь к эффективной дозе для рентгеноскопических исследований желудка с бариевым контрастом для взрослых пациентов // Радиационная гигиена. 2018. Т. 11, № 1. С. 93-100. DOI: 10.21514/1998-426X-2018-11-1-93-100.
14. Vodovatov A., Golikov V., Kamyshanskaya I. et al. Estimation of the effective doses from typical fluoroscopic examinations with barium contrast // Radiation Protection Dosimetry. 2021. Vol. 195, No 3-4. P. 264-272. DOI: 10.1093/rpd/ncab059
15. Репин Л.В., Ахматдинов Р.Р., Библин А.М., Репин В.С. Разработка автоматизированной системы анализа радиационных рисков: цели, задачи и перспективы развития // Радиационная гигиена. 2023. Т. 16, № 4. С. 22-31. DOI: 10.21514/1998426X20231642231

Поступила: 16.07.2025

**Репин Леонид Викторович** – младший научный сотрудник информационно-аналитического центра Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. **Адрес для переписки:** 197101, Россия, Санкт-Петербург, ул. Мира, д. 8; E-mail: l.repin@niirg.ru  
ORCID: 0000-0002-4857-6792

**Библин Артем Михайлович** – руководитель информационно-аналитического центра, старший научный сотрудник Санкт-Петербургского научно-исследовательского института радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия  
ORCID: 0000-0002-3139-2479

**Для цитирования:** Репин Л.В., Библин А.М. О разработке мобильного приложения для оценки радиационного риска, связанного с проведением медицинских рентгенорадиологических исследований // Радиационная гигиена. 2025. Т. 18, № 3. С. 112–119. DOI: 10.21514/1998-426X-2025-18-3-112-119

## Development of a mobile application for assessing radiation risk associated with medical X-ray radiological examinations

Leonid V. Repin, Artem M. Biblin

Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance of Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

*The use of ionizing radiation is one of the most rapidly developing areas in medical diagnostics; it has led to a steady increase in both the number of examinations and the collective dose of medical exposure in recent years. In this regard, improving access to reliable scientific information on radiation risks associated*

**Leonid V. Repin**

Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev

**Address for correspondence:** 8, Mira Str., Saint Petersburg, 197101, Russia; E-mail: l.repin@niirg.ru

with medical exposure is a relevant and timely objective. The aim of this study is to describe a mobile application developed for assessing radiation risk associated with medical X-ray radiological examinations for patients of different sexes and ages from the Russian population. **Materials and Methods:** To provide a comprehensive representation of radiation risks from diagnostic medical exposure, the mobile application incorporates results based on four different risk indicators: average individual effective dose; average number of disability-adjusted life years lost; average risk of developing malignant neoplasms adjusted for disease severity; and a qualitative risk scale supplemented with color-coded visual representation of risk magnitude. To build the database of radiation risk indicators, a total of 17,719 organ dose estimates were used. These were obtained for patients of various ages undergoing diagnostic medical examinations. **Results and Discussion:** The developed mobile application features a bilingual interface with the option to add additional language modules. Its minimalist design allows switching between three main screens: "Single Study", "Study Series", and "Saved Series". **Conclusion:** The development of this mobile application for radiation risk assessment represents the first practical implementation of the risk assessment methodologies developed by the authors, with the goal of creating a simple tool to support information accessibility for patients, their legal representatives, healthcare professionals, and a wide range of interested users.

**Key words:** medical exposure, radiation risk, radiation detriment, DALY, mobile application.

### Authors' personal contribution

Repin L.V. defined the research objectives and tasks, prepared the preliminary manuscript draft.

Biblin A.M. edited the preliminary manuscript draft and prepared the final manuscript version.

### Conflict of interests

Authors declare the absence of conflict of interest.

### Sources of funding

The study was not supported by sponsorship. The study was performed within framework of research project "Development and scientific justification of applied methods for assessment of radiation risks to public health under different situations and exposure scenarios based on modern approaches to radiation detriment assessment".

### References

1. Sources, effects and risks of ionizing radiation. UNSCEAR 2020/2021 Report to the General Assembly, with Scientific Annexes. Volume I. Annex A. Evaluation of medical exposure to ionizing radiation. New York: United Nations; 2021. 344 p.
2. Mahesh M, Ansari A, Mettler F. Patient Exposure to radiologic and nuclear medicine. Procedures in the United States and worldwide: 2009–2018. *Radiology*. 2023;307(1): e221263. DOI: 10.1148/radiol.221263Mahesh.
3. Vodovатов AV, Romanovich IK, Alekhovich AV, Biblin AM, Akhmatdinov RR, Druzhinina PS, et al. Radiation Safety of Patients in Diagnostic Radiology in the Russian Federation: Current Status, Problems and Solutions. *Meditsinskaya Fizika = Medical Physics*. 2024(4): 33-49. (In Russian). DOI:10.52775/1810-200x-2024-104-4-33-49
4. Yudin AL, Nikitin AE, Yumatova EA. The role of informed consent in CT scan. *Luchevaya Diagnostika i Terapiya = Diagnostic Radiology and Radiotherapy*. 2017;4(8): 77-86. (In Russian).
5. Schieber C, Pözl-Viol C, Cantone M, Železnik N, Economides S, Gschwind R, et al. Engaging health professionals and patients in the medical field: role of radiological protection culture and informed consent practices. *Radioprotection*. 2020;55: 235-242. DOI:10.1051/radiopro/2020039.
6. Smith-Bindman R, Chu P, Azman Firdaus H, Stewart C, Malekheadayat M, Alber S, et al. Projected lifetime cancer risks from current computed tomography imaging. *JAMA Internal Medicine*. 2025;185(6): 710. DOI:10.1001/jamainternmed.2025.0505
7. Global burden of disease 2004 update: disability weights for diseases and conditions. Geneva: WHO; 2004.
8. Gao T, Wang X, Chen R, Ngo H, Guo W. Disability adjusted life year (DALY): A useful tool for quantitative assessment of environmental pollution. *Science of The Total Environment*. 2015;511: 268-287. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2014.11.048
9. Kochetkov DV, Sterlikov SA, Liutsko VV. Assessment of the burden of tuberculosis in the Yamal-Nenets autonomous okrug and factors influencing the value of DALY, YLL, YLD. *Sovremennyye Problemy Zdravookhraneniya i Meditsinskoy Statistiki = Current Problems of Health Care and Medical Statistics*. 2025;(1): 415-436. (In Russian) DOI: 10.24412/2312-2935-2025-1-415-436
10. Thomsen ST, Jakobsen LS, Redondo HG, Outzen M, Fagt S, Devleesschauwer B, et al. Burden of disease of dietary exposure to four chemical contaminants in Denmark, 2019. *Exposure and Health*. 2022;14(4): 871-883. DOI: 10.1007/s12403-022-00461-9
11. Radiation detriment calculation methodology. ICRP. ICRP Publication 152. 2022. *Annals of the ICRP*. 2022;51(3): 103.
12. Tapiovaara M, Siiskonen T. PCXMC: A Monte Carlo program for calculating patient doses in medical X-ray examinations. 2nd Ed. STUK, Finland; 2008.
13. Vodovатов AV, Golikov VYu, Kamyshanskaya IG, Zinkevich KV, Bernhardsson Ch. Estimation of the conversion coefficients from dose-area product to effective dose for barium meal examinations for adult patients. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2018;11(1): 93-100. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2018-11-1-93-100
14. Vodovатов A, Golikov V, Kamyshanskaya I, Cheremysin V, Zinkevich K, Bernhardsson K. Estimation of the effective doses from typical fluoroscopic examinations with barium contrast. *Radiation Protection Dosimetry*. 2021;195(3-4): 264-272. <https://doi.org/10.1093/rpd/ncab059>
15. Repin LV, Akhmatdinov RR, Biblin AM, Repin VS. Development of the Automated System for Radiation Risk Analysis: goals, tasks and the vision for progress. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2023;16(4): 22-31. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2023-16-4-22-31

Received: July 16, 2025

**For correspondence: Leonid V. Repin** – Junior Researcher, Information Analytical Center, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing (8, Mira Str., Saint Petersburg, 197101, Russia; E-mail: l.repin@niirg.ru)

ORCID: 0000-0002-4857-6792

**Artem M. Biblin** – senior research fellow, head of Information-analytical center, Saint Petersburg Research Institute of Radiation Hygiene after Professor P.V. Ramzaev, Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing, Saint Petersburg, Russia

ORCID: 0000-0002-3139-2479

**For citation: Repin L.V., Biblin A.M. Development of a mobile application for assessing radiation risk associated with medical X-ray radiological examinations. *Radiatsionnaya Gygiena = Radiation Hygiene*. 2025. Vol. 18, No. 3. P. 112–119. (In Russian). DOI: 10.21514/1998-426X-2025-18-3-112-119**