

# **ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ СТРУКТУРЫ И КОЛЛЕКТИВНОЙ ДОЗЫ ОТ КТ-ИССЛЕДОВАНИЙ ЗА ПЕРИОД МАРТ-ИЮНЬ 2020 г. В СВЯЗИ С ДИАГНОСТИКОЙ COVID-19 В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Водоватов А.В.<sup>1</sup>, Романович И.К.<sup>1</sup>, Историк О.А.<sup>2</sup>, Еремина Л.А.<sup>2</sup>, Морозов С.П.<sup>3</sup>, Рыжов С.А.<sup>3</sup>, Беркович Г.В.<sup>4</sup>, Камышанская И.Г.<sup>5</sup>, Труфанов Г.Е.<sup>4</sup>, Чипига Л.А.<sup>1</sup>, Дружинина П.С.<sup>1</sup>, Библин А.М.<sup>1</sup>, Ахматдинов Р.Р.<sup>1</sup>, Басек И.В.<sup>4</sup>, Каратецкий А.А.<sup>4</sup>, Меркулов Д.В.<sup>5</sup>, Исправникова Ю.С.<sup>5</sup>, Приц В.В.<sup>5</sup>, Полищук Н.С.<sup>3</sup>, Мухортова А.Н.<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Федеральное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П.В. Рамзаева» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Управление Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по Ленинградской области

<sup>3</sup> Государственное бюджетное учреждение здравоохранения города Москвы «Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

<sup>4</sup> ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

<sup>5</sup> СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница», Санкт-Петербург, Россия

Распространение новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в Российской Федерации привело к значительному увеличению числа компьютерных томографий органов грудной клетки, выполняемых пациентам в рамках диагностики и оценки эффективности проводимой терапии COVID-19. Стремительный рост компьютерной томографии ассоциирован с ростом коллективной дозы населения Российской Федерации от медицинского облучения и, как следствие, с дополнительными случаями радиационно-индуцированных раков и наследственных эффектов. В данной работе представлены предварительные результаты оценки динамики числа исследований и коллективной дозы от компьютерной томографии, основанные на данных, полученных в отдельных медицинских организациях и субъектах Российской Федерации. Показано, что коллективная доза от КТ-исследований в Российской Федерации за март-июнь 2020 г. предположительно возросла в два раза (с 16 тыс. чел.-Зв до 32 тыс. чел.-Зв); коллективная доза пациентов с COVID-19 составила около 12 тысяч чел.-Зв. Данное увеличение коллективной дозы будет ассоциировано с дополнительными 5-6 случаями радиационно-индуцированных раков и наследственных эффектов, ассоциированных с КТ-диагностикой, дополнительно к фоновой заболеваемости на 1 млн. чел. населения Российской Федерации. Для более детальной и достоверной оценки динамики изменения структуры лучевой диагностики и уровней облучения пациентов Российской Федерации необходимо проведение сбора данных в субъектах Российской Федерации и отдельных медицинских организациях.

Новая коронавирусная инфекция (COVID-19) является инфекционным заболеванием, вызываемым вирусом SARS-CoV-2 [1]. На текущий момент вирус распространился практически во все страны мира. На 17.07.2020 г. заболевание было выявлено у более чем 13,5 млн. человек, умерли более 584 тыс. [1, 2]. В Российской Федерации по состоянию на 17.07.2020 эти цифры составляют около 759 тыс. и 12 тыс. соответственно на [3].

Вопрос применения компьютерной томографии (КТ) для диагностики COVID-19 получил широкое обсуждение в медицинских кругах. Изначально в мире существовало несколько точек зрения о применимости методов лучевой диагностики, начиная от использования КТ как скрининга заболевания [4], до проведения исследования только в подтвержденных случаях COVID-19 [5]. Данное обсуждение связано не только с необходимостью понимания диагностической ценности проводимых исследований, но и с наличием ресурсов системы здравоохранения и доступностью метода в конкретном регионе или стране, а также текущей эпидемиологической ситуацией.

Ввиду того, что надежность ПЦР-диагностики не превышала 70%, во многих странах, включая Россию, было принято решение о введении понятия «клинически подтвержденного случая COVID-19», в котором объединяются симптоматика, наличие дыхательных нарушений и результаты КТ или рентгенографии (вне зависимости от результатов однократного лабораторного исследования на наличие РНК SARS-CoV-2 методом ПЦР и эпидемиологического анамнеза) [6]. Помимо этого, методы лучевой диагностики применяют не только для выявления COVID-19 пневмоний, их осложнений, дифференциальной диагностики с другими заболеваниями легких, но и для определения степени выраженности и динамики изменений, оценки эффективности проводимой терапии [7]. Следует особо оговориться, что КТ не рекомендован и не должен применяться в качестве скринингового метода диагностики коронавирусной инфекции.

Тем не менее, благодаря доступности, информативности по сравнению с рентгенографией, неинвазивности и высокой скорости проведения, КТ становится незаменимым методом в ранней, первичной диагностике COVID-19. КТ позволяет предположить диагноз вирусной пневмонии, вызванной COVID-19, быстро оценить объем поражения легочной ткани и степень тяжести изменений, а также уточнить стадию изменений по характерным для новой коронавирусной пневмонии паттернам. Основываясь на данных КТ, клинических и анамнестических данных, можно проводить быструю маршрутизацию пациентов и начинать противовирусную терапию [7,8].

Связанное с COVID-19 изменение структуры лучевой диагностики в Российской Федерации, скорее всего приведет к изменениям в величине и структуре коллективной дозы населения Российской Федерации. При этом процесс изменения коллективной дозы является разнонаправленным. С одной стороны, резко увеличивается количество КТ органов грудной клетки (ОГК). С другой стороны, перевод части медицинских организаций исключительно под лечение больных с COVID-19, закрытие медицинских организаций или отдельных отделений на карантин в связи с COVID-19 приводят к снижению числа КТ-исследований, выполняемых плановым пациентам. К таким КТ-исследованиям в первую очередь относятся многофазные КТ-исследования с применением рентгеноконтрастных препаратов, ассоциированные с высокими (до 50-80 мЗв) индивидуальными дозами пациентов [9, 10]. К сожалению, на текущий момент достоверная информация по изменению структуры лучевой диагностики и уровней облучения населения Российской Федерации в связи с эпидемией COVID-19 отсутствует.

Целью данного исследования являлась предварительная прогностическая оценка изменения коллективной дозы населения Российской Федерации от КТ-исследований в период эпидемии COVID-19 (март-июнь 2020 г.). Для этого были проанализированы имеющиеся данные по динамике прироста числа КТ-исследований как в отдельных медицинских организациях, так и в отдельных субъектах Российской Федерации.

### **Материалы и методы**

Сбор первичных данных был выполнен в отдельных медицинских организациях Санкт-Петербурга (ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России, СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница»), которые в период апрель-май 2020 г. были переведены в статус ковидных стационаров. Данные собирались путем анализа медицинских карт пациентов и информации из радиологических информационных систем (PACS). При этом оценивалось число КТ-исследований, выполненных в медицинских организациях всего и в том числе пациентам, госпитализированным с диагнозом COVID-19. Также оценивалось число КТ-исследований на одного пациента за весь период его пребывания в стационаре.

Данные по числу КТ-исследований, выполненных в связи с диагностикой COVID-19 в отдельных субъектах Российской Федерации (г. Москва, Ленинградская область) были получены путем запросов в комитеты (департаменты) здравоохранения. При этом оценивалось число КТ-исследований, выполненных как в амбулаторно-поликлинической сети, так и в стационарах.

Прогностическая оценка изменения числа КТ-исследований и коллективной дозы от КТ-исследований в Российской Федерации была выполнена путем анализа региональных данных из формы 3-ДОЗ<sup>12</sup> за 2019 г. по следующей схеме:

- оценка числа различных видов КТ-исследований за 1 месяц в каждом регионе с использованием выражения (1). При этом для консервативной оценки предполагалось, что число КТ-исследований в регионе за один месяц в период эпидемии COVID-19 в 2020 г. не изменялось.

$$КТмес_{\text{регион}}^{\text{вид}} = \frac{КТ_{1100}^{\text{вид}} + КТ_{2100}^{\text{вид}}}{12}, \text{ шт} \quad (1)$$

где:  $КТмес_{\text{регион}}^{\text{вид}}$  – число КТ-исследований выбранной анатомической области в выбранном регионе за 1 месяц;  $КТ_{1100}^{\text{вид}}$  – число КТ исследований выбранной анатомической области из столбца 8 таблицы 1100 формы 3-ДОЗ (число процедур с рассчитанными дозами облучения пациентов при проведении рентгенологических исследований);  $КТ_{2100}^{\text{вид}}$  – число КТ исследований выбранной анатомической области из столбца 8 таблицы 2100 формы 3-ДОЗ (число процедур с измеренными дозами при проведении рентгенологических исследований);

- оценка числа различных видов КТ-исследований за 4 месяца эпидемии COVID-19 в каждом регионе с использованием выражения (2):

$$КТэпид_{\text{регион}}^{\text{вид}} = КТмес_{\text{регион}}^{\text{вид}} \times 4, \text{ шт} \quad (2)$$

<sup>1</sup> Приказ Минздрава РФ от 31.07.2000 N 298 «Об утверждении Положения о единой государственной системе контроля и учета индивидуальных доз облучения граждан»

<sup>2</sup> Роспотребнадзор. Методические рекомендации по обеспечению радиационной безопасности «Заполнение форм федерального государственного статистического наблюдения № 3-ДОЗ». Утверждены Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека «16» февраля 2007 г. № 0100/1659-07- 26.

где:  $KT_{мес}^{вид}_{регион}$  – число КТ-исследований выбранной анатомической области в выбранном регионе за 1 месяц;  $KT_{эпид}^{вид}_{регион}$  – число КТ-исследований выбранной анатомической области в выбранном регионе за 4 месяца.

- оценка средних индивидуальных эффективных доз за КТ-исследования в регионе с использованием выражения (3):

$$E_{ср}^{вид}_{регион} = \frac{KT_{2000}^{вид}}{KT_{2100}^{вид}} \times 1000, \text{ мЗв} \quad (3)$$

где:  $E_{ср}^{вид}_{регион}$  – средняя индивидуальная эффективная доза при КТ-исследовании выбранной анатомической области в выбранном регионе, мЗв;  $KT_{2000}^{вид}$  – коллективная доза при КТ-исследовании выбранной анатомической области в выбранном регионе, чел.-Зв;  $KT_{2100}^{вид}$  – число КТ-исследований выбранной анатомической области из столбца 8 таблицы 2100 формы 3-ДОЗ (Число процедур с измеренными дозами при проведении рентгенологических исследований)

- оценка изменения числа и коллективной дозы от КТ-исследований.
- Оценка коллективной дозы от КТ-исследований с использованием выражения (4):

$$E_{колл} = N_{паци} \times E_{ср}^{вид}, \text{ чел.} - \text{Зв} \quad (4)$$

где:  $E_{колл}$  – коллективная доза от КТ-исследований, чел.-Зв;  $N_{паци}$  – число пациентов, которым были выполнены выбранные КТ-исследования, чел.;  $E_{ср}^{вид}_{регион}$  – средняя индивидуальная эффективная доза при КТ-исследовании выбранной анатомической области в выбранном регионе, мЗв.

- оценка риска радиационно-индуцированных злокачественных новообразований и наследственных заболеваний при проведении КТ-исследований на 1 млн. населения Российской Федерации с использованием выражения (5):

$$R = \frac{E_{колл} \times K \times 1000000}{n}, \text{ случаев на 1 млн. населения} \quad (5)$$

где: R – число возможных случаев радиационно-индуцированных злокачественных новообразований и наследственных заболеваний при проведении КТ-исследований на 1 млн. населения Российской Федерации, случаев на 1 млн. населения;  $E_{колл}$  – коллективная доза от КТ-исследований, чел.-Зв; K – линейный коэффициент радиационного риска  $5,7 \times 10^{-2} \text{ Зв}^{-1}$ ; n – численность населения Российской Федерации (146 700 000 чел.).

Статистическая обработка данных (описательная статистика для выборок, сравнение выборок методами непараметрической статистики) была выполнена с использованием программного обеспечения Statistica 10.

## Результаты и обсуждение

### 1. Данные из отдельных медицинских организаций

<sup>3</sup> Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 07.07.2009 N 47 "Об утверждении СанПиН 2.6.1.2523-09" (вместе с "НРБ-99/2009. СанПиН 2.6.1.2523-09. Нормы радиационной безопасности. Санитарные правила и нормативы") (Зарегистрировано в Минюсте РФ 14.08.2009 N 14534)

В таблице 1 представлены данные по числу КТ-исследований, выполненных пациентам с диагнозом COVID-19 в ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России. Данные представлены для выборки из 167 пациентов, госпитализированных в мае 2020 г.

**Таблица 1**

**Число КТ-исследований на пациента за весь период пребывания в стационаре в зависимости от степени тяжести заболевания в ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова»**

Классификация диагноза	КТ-0	КТ-1	КТ-2	КТ-3	КТ-4
Степень поражения легких	Нулевая	Менее 25%	25-50%	50-75%	>75%
Число пациентов	12	19	46	47	14
Количество КТ*	2,3±1,1 (1-4)	2,4±1,2 (1-6)	2,3±1,0 (1-5)	2,7±1,3 (1-5)	2,4±1,1 (1-5)
Число пациентов, которым было выполнено более 3 КТ	2	2	7	13	2
В среднем	2,5				

\* данные представлены в формате: среднее ± стандартное квадратичное отклонение (минимум-максимум)

Как следует из представленных данных, достоверных различий в числе выполненных КТ на одного пациента для различных стадий COVID-19 не обнаружено (парное сравнение тестом Манна-Уитни,  $p > 0,05$ ). В среднем на одного пациента выполнялось 2,5 КТ (1 КТ при госпитализации и 1-2 КТ для контроля динамики заболевания). При этом только 26 пациентам (в среднем 20% от всей выборки по степени тяжести диагноза) было выполнено более 3 КТ-исследований. Анализ медицинских карт пациентов в СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница» показал, что пациентам с диагнозом COVID-19 в среднем выполнялось 1,4 КТ-исследования (3656 исследования на 2607 пациентов и 3400 исследований на 2386 пациентов в мае и июне соответственно). Данные цифры соответствуют рекомендованной кратности проведения контрольных КТ-исследования из действовавших на момент сбора данных клинических рекомендаций Минздрава РФ [11, 12]: Следует отметить, что решение о кратности проведения контрольных КТ-исследований принимает лечащий врач по клиническим показаниям [11, 12].

Сведения о динамике изменения структуры КТ исследований и коллективной дозы за КТ-исследования в ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» представлены в таблицах 2 и 3 соответственно.

**Таблица 2**

**Структура числа КТ-исследований в ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» за отдельные месяцы 2020 г.**

Показатель	Февраль	Май	Июнь
------------	---------	-----	------

	Без контраста	С контрастом	Без контраста	С контрастом	Без контраста	С контрастом
Количество КТ исследований	1898	919	1509	459	1167	
Всего исследований	2817		1969		1167	
Изменение числа КТ относительно февраля, %	-		-30%		-58%	
Из них КТ ОГК	820	429	969	215	1167	
Всего КТ ОГК	1249		1185		1167	
Изменение числа КТ относительно февраля, %	-		-5%		-7%	

**Таблица 3**

**Структура коллективной дозы при КТ исследованиях в ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова за отдельные месяцы 2020 г.**

Показатель	Февраль		Май		Июнь	
	Без контраста	С контрастом	Без контраста	С контрастом	Без контраста	С контрастом
Коллективная доза при КТ-исследованиях	12,1	13,9	9,7	6,9	7,6	-
Всего	26,0		16,6		7,6	
Изменение коллективной дозы относительно февраля, %	-		-36%		-71%	
Коллективная доза при КТ ОГК	5,3	6,2	6,3	3,1	7,6	-
Всего	11,5		9,4		7,6	
Изменение коллективной дозы относительно февраля, %	-		-18%		-34%	

Сведения о динамике изменения структуры КТ-исследований и коллективной дозы за КТ-исследования в СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница» представлены в таблицах 4 и 5 соответственно.

**Таблица 4**

**Структура КТ исследований в СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница» за февраль-июнь 2020 г.**

Месяц	Февраль		Март		Апрель		Май		Июнь	
Вид КТ	Без контраста	С контрастом	Без контраста	С контрастом	Без контраста	С контрастом	Без контраста	С контрастом	Без контраста	С контрастом
Количество исследований	271 6	136	258 0	136	253 5	54	374 7	4	3660	10
Всего исследований	2852		2716		2589		3751		3670	
изменение числа КТ относительно февраля, %	-		-5%		-9%		+32%		+29%	
Из них КТ ОГК	458		485		1232		3342		3155	
изменение числа КТ относительно февраля, %			+6%		+169%		+630%		+589%	

**Таблица 5**

**Структура коллективной дозы при КТ исследованиях СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница» за отдельные месяцы 2020 г.**

Месяц	Февраль		Март		Апрель		Май		Июнь	
Вид КТ	Без контраста	С контрастом	Без контраста	С контрастом	Без контраста	С контрастом	Без контраста	С контрастом	Без контраста	С контрастом
Коллективная доза, чел.-Зв	14,0	2	14,3	2	14,2	0,7	23,5	0,1	23	0,2
Коллективная доза от КТ-исследований	16,0		16,3		14,9		23,6		23,2	
Изменение коллективной дозы относительно февраля, %	-		+2%		-7%		+47%		+45%	
Коллективная доза от КТ ОГК, чел.-Зв	4,2		4,5		8,7		21,9		20,6	

Изменение коллективной дозы относительно февраля, %	-	+7%	+105%	+415%	+387%
---	---	-----	-------	-------	-------

Как следует из таблиц 2 и 3 в ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России с февраля по май-июнь коллективная доза от КТ-исследований планомерно снижалась: с 26 чел.-Зв в феврале до 16,6 чел.-Зв в мае и 7,6 чел.-Зв в июне (практически в три раза). Это обусловлено незначительным ростом числа исследований органов грудной клетки на фоне резкого снижения числа всех прочих КТ-исследований (в том числе и высокодозовых исследований с рентгеноконтрастными препаратами). Следует отметить, что с момента перехода в статус ковидного центра (15 мая 2020 г.), в ФГБУ «НМИЦ им. В.А. Алмазова» Минздрава России выполнялись только исследования органов грудной клетки (560 за май, 1167 за июнь).

Напротив, в СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница» с февраля по июнь число выполненных КТ-исследований возросло на 30%. При этом к июню число КТ ОГК выросло в 7 раз на фоне почти полного отсутствия исследований иных анатомических областей. Изменение числа и структуры КТ исследований привело к соответствующему росту коллективной дозы на 45% (с 16 до 23 чел.-Зв). Основное увеличение числа КТ ОГК и коллективной дозы соответствует моменту перевода СПб ГБУЗ «Городская Мариинская больница» в ковидный стационар (конец апреля 2020 г.).

## 2. Анализ данных из отдельных регионов Российской Федерации

Общие сведения по числу КТ исследований ОГК представлены в таблицах 6 и 7 для Ленинградской области и г. Москвы соответственно.

**Таблица 6**

**Динамика изменения числа КТ исследований и коллективной дозы от КТ исследований в Ленинградской области. Данные по 2019 и 2020 г. представлены за первые 6 месяцев (январь-июнь).**

Год	2019		2020	
Исследования	Всего	ОГК	Всего	ОГК
Количество КТ исследований	85997	19586	92656	36865
Изменение числа КТ относительно 2019 г., %			+8%	+88%
Коллективная доза, чел.-Зв		84,2		158,5
Изменение коллективной дозы от КТ ОГК относительно 2019 г., %	+88%			

Как следует из таблицы 6, количество КТ ОГК в Ленинградской области и соответствующая им коллективная доза увеличились в 2020 г. практически в два раза. При этом общее количество КТ-исследований в данном регионе практически не изменяется (рост менее чем на 10%). В большинстве медицинских организаций зафиксирован рост числа КТ-исследований ОГК от полутора до восьми раз (в среднем – в два раза) по сравнению с первыми шестью месяцами 2019 г. на фоне снижения числа КТ-исследований



всех остальных анатомических областей в среднем в полтора раза. К сожалению, достоверно оценить изменения в коллективной дозе от всех КТ-исследований не представляется возможным в связи с отсутствием данных по структуре КТ-диагностики в Ленинградской области.

В таблице 7 представлены данные о количестве КТ-исследований ОГК, выполненных в медицинских учреждениях г. Москвы за период март-июнь 2020 г.

**Таблица 7.**

**Динамика изменения числа КТ исследований и коллективной дозы от КТ-исследований за период март-июнь 2020 г в г. Москве.**

Показатель	Вид медицинской организации	март	апрель	май	июнь
Количество КТ исследований ОГК	Амбулаторно-поликлинические отделения	6 247	49 317	94 614	40 414
	Стационары	3 391	9 230	21 858	22 719
Всего		9 638	58 547	116 472	63 133
Изменение числа КТ ОГК, относительно 2019 г., %		-78%	+35%	+168%	+45%
Число исследований на одного пациента в амбулаторно-поликлинические отделения		1,0	1,1	1,3	1,2
Коллективная доза при КТ ОГК, чел.-Зв	Амбулаторно-поликлинические отделения	30	236,7	454,1	194,0
	Стационары	16,3	44,3	104,9	109,0
Всего		46,3	281,0	559,1	303,0
Изменение коллективной дозы от КТ ОГК, относительно 2019 г., %		-78%	+35%	+168%	+45%

Представленные в таблице 7 данные по числу КТ ОГК и соответствующей коллективной дозе свидетельствуют о планомерном росте числа КТ ОГК как в амбулаторно-поликлинической сети, так и в стационарах. При этом максимальное число КТ-исследований было выполнено в мае 2020 г. – 116 тысяч, что в 2,8 раза превышает аналогичный показатель за 2019 г. Аномально низкие значения количества КТ-исследований в марте месяцы связаны с ограниченным объемом сбора данных по данному месяцу. Количество КТ исследований за апрель-июнь соответствует охвату 80% медицинских организаций в г. Москва. Динамика коллективной дозы от КТ ОГК идентична динамике числа КТ-исследований: максимальный рост коллективной дозы в 3 раза по сравнению с 2019 г. зафиксирован в мае. В остальные месяцы рост коллективной дозы от КТ ОГК не превышал полутора раз по сравнению с 2019 г.

Также следует отметить более низкие показатели числа КТ ОГК, приходившихся на одного пациента с подозрением на COVID-19 – в среднем на одного пациента, обследованных в амбулаторно-поликлинических отделениях приходилось 1,2 КТ ОГК.

Важно отметить особенности организации лучевой диагностики в г. Москва. С целью снижения нагрузки на систему здравоохранения важной оказалась возможность проведения исследований на догоспитальном этапе, т.е. в амбулаторно-поликлиническом звене здравоохранения [6, 13-15], а также применение телемедицинских технологий и создание референс-центров лучевой диагностики [16]. С учетом введения классификации результатов КТ [6, 13] и других принятых мер это привело к существенному сокращению числа госпитализаций, снижению нагрузки на госпитальную сеть и, таким образом, оптимизации ресурсов здравоохранения. По всей видимости, это также привело к более низкому количеству исследований в пересчете на одного пациента.

Вместе с тем, применение указанного передового опыта, широкого охвата компьютерной томографией и необходимостью динамического наблюдения пациентов с проведением повторных исследований [17] требуют подробного рассмотрения вопросов радиационной безопасности и рисков отдаленных последствий как для отдельных пациентов, так и на популяционном уровне.

В качестве общих недостатков доступных данных по динамике количества КТ-исследований в отдельных субъектах Российской Федерации можно выделить следующее:

- отсутствие детализированных данных по изменению структуры КТ-исследований прочих анатомических областей (в том числе и с выделением исследований, выполненных с рентгеноконтрастными препаратами);
- отсутствие детализированных данных по изменению структуры прочих рентгенорадиологических исследований;
- отсутствие данных по уровням облучения пациентов (средним эффективным дозам) как для КТ-исследований, так и для прочих рентгенорадиологических исследований.

### *3. Оценка изменения коллективной дозы населения Российской Федерации от КТ-исследований*

Оценка изменения коллективной дозы населения Российской Федерации за четыре месяца 2020 г. (март-июнь) в связи с диагностикой COVID-19 представлена в таблице 8 для следующих сценариев:

**Сценарий 1. «Ковидный стационар».** Соответствует переходу медицинских организаций в регионе на режим госпитализации только пациентов с COVID-19 и экстренных пациентов с различными патологиями. Для учета этого принимаем, что общее число КТ-исследований в регионе не изменилось; число КТ-исследований всех анатомических областей кроме ОГК сократилось на 80%; освободившиеся мощности (исследования) выполнены для ОГК. Данный сценарий основан на результатах анализа первичных данных из отдельных медицинских организаций Санкт-Петербурга (таблицы 2-5).

**Сценарий 2. «Интенсивная деятельность».** Соответствует нормальной работе медицинских организаций: количество исследований остаётся тем же самым, что и в 2019 году за исключением ОГК. Предполагаем, что перед каждой госпитализацией или обследованием пациенту выполняют КТ-исследование ОГК. Число исследований ОГК возрастает на величину равную сумме всех остальных КТ-исследований. Данный сценарий является предельно консервативным и основан на анализе данных из регионов Российской Федерации.

**Сценарий 3. «Комбинированный».** 3 месяца по сценарию «Ковидный стационар», 1 месяц по сценарию «Интенсивная деятельность»

**Таблица 8.**

**Изменение коллективной дозы населения Российской Федерации и соответствующего числа радиационно-индуцированных заболеваний за март-июнь 2020 г. для различных сценариев.**

Показатель	3-ДОЗ	Сценарий					
	4 месяца 2019 г.	Ковидный стационар		Интенсивная деятельность		Комбинированный вариант	
	Коллективная доза, чел.-Зв	Коллективная доза, чел.-Зв	%*	Коллективная доза, чел.-Зв	%	Коллективная доза, чел.-Зв	%
Исследования ОГК	4836	17917	+270%	21187	+338%	18734	+287%
Все остальные исследования	11239	2248	-80%	11239	0%	4496	-60%
Всего:	16075	20164	+25%	32426	+102%	23230	+45%
Случаев радиационно-индуцированных раков и наследственных эффектов, шт.	916	1149		1848		1324	
Превышение над 2019 г., шт.		233	+25%	932	+102%	408	+45%
Случаев на 1 млн. чел.		2		6		3	

\* изменение коллективной дозы за период март-июнь 2020 г. относительно того же временного промежутка в 2019 г., %

Как следует из данных, представленных в таблице 8, рост коллективной дозы от КТ-исследований за период март-июнь 2020 г. по сравнению с аналогичными показателями за 2019 г. не превышает двух раз для сценария «интенсивная деятельность». Более реальным выглядит сценарий «комбинированный», при котором коллективная дозы от КТ-исследований увеличится в полтора раза. Для самого неблагоприятного сценария число радиационно-индуцированных раков и наследственных эффектов, ассоциированных с КТ-диагностикой, будет составлять 6 случаев на 1 млн. чел. населения Российской Федерации.

Также возможно консервативно оценить коллективную дозу и ассоциированный с ней дополнительный популяционный радиационный риск для лиц с диагнозом COVID-19. За время пандемии COVID-19 в Российской Федерации (на 18.07.2020 г.) выявлено 759 тысяч случаев заражения COVID-19. Если считать, что всем инфицированным COVID-19, вне зависимости от госпитализации, выполнено 2,5 КТ-исследования ОГК (см. таблицу 1) с средней дозой за исследование в 6,5 мЗв [9, 10], коллективная доза для данной когорты составит 12 334 чел.-Зв, что будет соответствовать 703 дополнительным случаям радиационно-индуцированных раков и наследственных эффектов, ассоциированных с КТ-диагностикой для данной когорты, или 5 случаям на 1 млн. чел. населения Российской Федерации.

Следует отметить, что представленные сценарии оценивают изменение коллективной дозы только от КТ-исследований и не учитывают изменение структуры лучевой диагностики в Российской Федерации в период эпидемии COVID-19:

- снижение числа госпитализаций плановых пациентов и ассоциированное с этим сокращение числа высокодозовых исследований (многофазных КТ с рентгеноконтрастными препаратами, интервенционных и рентгенохирургических исследований, гибридных исследований ядерной медицины и пр.);
- некоторый рост числа рентгенографий ОГК, ассоциированный с использованием рентгенографии ОГК в качестве альтернативы КТ, в том числе и для больных в отделениях реанимации и интенсивной терапии;
- сокращение числа рентгенографий всех остальных анатомических областей;
- резкое сокращения стоматологических и скрининговых исследований (флюорография, маммография).

К сожалению, на настоящий момент выполнить комплексную оценку изменения коллективной дозы от медицинского облучения в Российской Федерации не представляется возможным в связи с отсутствием первичных данных об изменении структуры всех видов лучевой диагностики за период эпидемии COVID-19.

### **Заключение**

Эпидемия COVID-19 в Российской Федерации, безусловно, оказала значительное влияние на структуру лучевой диагностики и ассоциированное с этим изменение коллективной дозы населения Российской Федерации. В данной работе были выполнены первые консервативные количественные оценки изменения коллективных доз от КТ-диагностики при COVID-19 на разных уровнях: от отдельной медицинской организации до всей Российской Федерации в целом.

В первую очередь следует отметить выявленные недостатки существующих систем сбора данных по числу исследований и доз облучения пациентов в отечественной лучевой диагностики. Так, на момент подготовки данной статьи, детализированные сведения о количестве выполненных КТ исследований (как при диагностике COVID-19, так и в общем) доступны лишь на уровне отдельной медицинской организации. Централизованный сбор таких данных на уровне субъекта Российской Федерации, как правило, не проводился. Исключением является г. Москва, где все амбулаторно-поликлинические отделения и около 80% стационаров интегрированы в единую медицинскую электронную информационную систему [18]. Однако даже при наличии единой медицинской электронной информационной системы данные о дозах облучения пациентов до настоящего время автоматически не собираются.

Действующие федеральные формы статистической отчетности (радиационно-гигиенический паспорт<sup>4</sup>, форма 3-ДОЗ системы ЕСКИД, форма-30 Минздрава РФ<sup>5</sup>) заполняются раз в год. Таким образом, необходимо модернизировать действующие федеральные и ведомственные формы сбора данных с целью обеспечения оперативной актуальной информации о динамике процессов в лучевой диагностике и внедрить автоматизированный электронный сбор данных о дозах облучения пациентов. Сведения об уровнях облучения пациентов также доступны только на уровне отдельной медицинской организации, что снижает достоверность оценки коллективных доз.

Данные, полученные из отдельных медицинских организаций и отдельных субъектов Российской Федерации, позволяют сделать следующие выводы:

<sup>4</sup> Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 25.09.97 г. № 22 «Об утверждении типовых форм радиационно-гигиенических паспортов»

<sup>5</sup> Приказ Росстата от 30.12.2019 N 830 "Об утверждении форм федерального статистического наблюдения с указаниями по их заполнению для организации Министерством здравоохранения Российской Федерации федерального статистического наблюдения в сфере охраны здоровья"

- в среднем на одного пациента, госпитализированного в стационар с диагнозом COVID-19, приходилось 1,5 - 2,5 КТ ОГК (от 1 до 6); обследованного в амбулаторно-поликлинической сети – 1,2 КТ ОГК. Эти показатели включают в себя обязательное проведение КТ ОГК при госпитализации. Решение о кратности и количестве проведения контрольных КТ ОГК находится в компетенции лечащего врача;
- при переходе медицинской организации в ковидный стационар рост общего числа КТ-исследований по сравнению с периодом работы в штатном режиме возрастал до 30%; коллективная доза от КТ-исследований возрастала до полутора раз, что объясняется резким (вплоть до трех раз) увеличением КТ ОГК на фоне сокращения количества КТ прочих анатомических областей;
- при частичном переходе медицинской организации в ковидный стационар с открытием отдельных ковидных отделений, рост числа КТ-исследований в данном учреждении был более выраженным, (вплоть до двух и более раз), по сравнению с периодом работы в штатном режиме. Причина – проведение КТ-исследований органов грудной клетки пациентам с COVID-19, в сочетании с проведением всех плановых КТ-исследований по протоколу лечения пациента с другой патологией, и проведением КТ-исследований органов грудной клетки всем поступающим в данную медицинскую организацию для исключения COVID-19;
- в обследованных субъектах Российской Федерации зафиксирован рост коллективной дозы от КТ-исследований в среднем в два раза (вплоть до трех раз в отдельные месяцы в г. Москва), однако делать окончательный вывод преждевременно ввиду того, что к единой рентгеновской информационной системе в настоящее время не подключены федеральные, ведомственные и частные медицинские организации;
- отсутствие данных об изменении структуры лучевой диагностики в субъектах Российской Федерации не позволяет оценить изменения коллективной дозы от медицинского облучения в целом;

Консервативная оценка динамики коллективной дозы населения Российской Федерации от КТ-исследований, выполненных в период март-июнь 2020 г. позволяет сделать следующие выводы:

- коллективная доза от КТ-исследований в Российской Федерации за четыре месяца 2020 г. предположительно возросла в два раза (с 16 тыс. чел.-Зв до 32 тыс. чел.-Зв), что соответствует сценарию «интенсивной деятельности»;
- коллективная доза пациентов с COVID-19, исходя из 2,5 КТ ОГК на пациента, составляет около 12 тысяч чел.-Зв;
- данное увеличение коллективной дозы будет ассоциировано с дополнительными 5-6 случаями радиационно-индуцированных раков и наследственных эффектов, ассоциированных с КТ-диагностикой, дополнительно к фоновой заболеваемости на 1 млн. чел. населения Российской Федерации.

Для более детальной и достоверной оценки динамики изменения структуры лучевой диагностики и уровней облучения пациентов Российской Федерации необходимо проведение сбора данных в субъектах Российской Федерации и отдельных медицинских организациях.

### **Список литературы**

1. Всемирная Организация Здравоохранения – Онлайн-ресурс. Доступно по адресу: <https://www.who.int/ru/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019> Дата последнего доступа 17.07.2020 г.
2. Johns Hopkins University of Medicine. Онлайн-ресурс. Доступно по адресу: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html> Дата последнего доступа 17.07.2020 г.
3. Стопкоронавирус.РФ - Онлайн-ресурс. Доступно по адресу: <https://xn80aesfpebagmfblc0a.xn--p1ai/> Дата последнего доступа 17.07.2020 г.
4. Zhao W, Zhong Z, Xie X, Yu Q, Liu J. Relation between chest CT findings and clinical conditions of coronavirus disease (COVID-19) pneumonia: a multicenter study. AJR 2020; 214:1072–1077 - Онлайн-ресурс. <https://www.ajronline.org/doi/abs/10.2214/AJR.20.23288> Доступно по адресу: Дата последнего доступа 20.07.2020 г
5. Erturk SM. CT is not a screening tool for corona-virus disease (COVID-19) pneumonia. (letter) AJR 2020; 215: - - - - - Онлайн-ресурс. <https://www.ajronline.org/doi/abs/10.2214/AJR.20.23288> Доступно по адресу: Дата последнего доступа 20.07.2020 г
6. Л-87 Лучевая диагностика коронавирусной болезни (COVID-19): организация, методология, интерпретация результатов : препринт № ЦДТ – 2020 – II. Версия 2 от 17.04.2020 / сост. С. П. Морозов, Д. Н. Проценко, С. В. Сметанина [и др.] // Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». – Вып. 65. – М. : ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ», 2020. – 78 с.
7. Временные методические рекомендации профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (covid-19) Версия 7 (03.06.2020) Министерство здравоохранения Российской Федерации [https://static0.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches/000/050/584/original/03062020%D0%9CR\\_COVID-19\\_v7.pdf](https://static0.rosminzdrav.ru/system/attachments/attaches/000/050/584/original/03062020%D0%9CR_COVID-19_v7.pdf)
8. [Методические рекомендации, алгоритмы действия медицинских работников на различных этапах оказания помощи, чек-листы и типовые документы, разработанные на период наличия и угрозы дальнейшего распространения новой коронавирусной инфекции в Санкт-Петербурге. Версия 2.0 от 10.06.2020](https://spbmiac.ru/wp-content/uploads/2020/06/COVID-19_Ver.2.0_10.06.pdf) [https://spbmiac.ru/wp-content/uploads/2020/06/COVID-19\\_Ver.2.0\\_10.06.pdf](https://spbmiac.ru/wp-content/uploads/2020/06/COVID-19_Ver.2.0_10.06.pdf)
- 9.. М.И. Балонов. Научные основы радиационной защиты в современной медицине. Лучевая диагностика. Том 1. / М.И. Балонов, В.Ю. Голиков, А.В. Водоватов, Л.А. Чипига, И.А. Звонова, С.А. Кальницкий, С.С. Сарычева, И.Г. Шацкий/ под рец. Профессора М.И. Балонова. – СПб.: НИИРГ имени проф. П.В. Рамзаева, 2019. – Т.1. – 320с.
10. Chipiga L. A., Bernhardsson C. Patient doses in Computed Tomography examinations in two regions of the Russian Federation. Rad. Prot. Dos. Vol 169(1-4), 2016. – pp. 240-244.
11. Министерство здравоохранения Российской Федерации. Временные методические рекомендации профилактика, диагностика и лечение новой коронавирусной инфекции (covid-19) Версия 6 (28.04.2020)
12. Методические рекомендации, алгоритмы действия медицинских работников на различных этапах оказания помощи, чек-листы и типовые документы, разработанные

на период наличия и угрозы дальнейшего распространения новой коронавирусной инфекции в Санкт-Петербурге. Версия 1.0 - (17.04.2020)

13. Критерии маршрутизации пациента с covid-19  
[http://medradiology.moscow/f/kriterii\\_marshrutizacii\\_pacienta\\_s\\_covid-19\\_v4.pdf](http://medradiology.moscow/f/kriterii_marshrutizacii_pacienta_s_covid-19_v4.pdf)

14. Приказ Департамента здравоохранения города Москвы от 10.04.2020 № 385 «Об организации Амбулаторных КТ-центров на базе медицинских организаций государственной системы здравоохранения города Москвы, оказывающих первичную медико-санитарную помощь взрослому населению» (с изменениями в соответствии с приказом Департамента здравоохранения города Москвы от 16.04.2020 № 410)

15. Приказ Департамента здравоохранения города Москвы от 11.04.2020 № 388 «Об утверждении алгоритмов ведения пациентов с ОРВИ и COVID-19 на дому и в Амбулаторных КТ-центрах»

16. Приказ Департамента здравоохранения города Москвы от 01.04.2020 № 323 «О создании дистанционного референс-центра по лучевой диагностике»

17. Приказ Департамента здравоохранения города Москвы от 23.06.2020 № 628 «Об организации проведения компьютерной томографии в медицинских организациях, оказывающих первичную медико-санитарную помощь взрослому населению, после выписки из стационара»

18. Радиология Москвы - Онлайн-ресурс. Доступно по адресу:  
<http://medradiology.moscow/> Дата последнего доступа 20.07.2020 г.