

## Оценка состояния противодифтерийного иммунитета в разных возрастных группах населения Российской Федерации по данным серомониторинга 2015–2021 годов

А. А. Басов<sup>\*1,2</sup>, Н. М. Максимова<sup>1</sup>, С. О. Высочанская<sup>1,2</sup>, О. В. Цвиркун<sup>1,3</sup>,  
К. А. Яцковский<sup>1</sup>, С. Э. Адугюзелов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФБУН «Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Г. Н. Габричевского» Роспотребнадзора, Москва

<sup>2</sup>ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва

### Резюме

**Актуальность.** Дифтерия относится к числу опасных заболеваний, угрожающих жизни человека. Иммунизация является единственным средством создания благоприятной эпидемиологической ситуации. Обеспечение невосприимчивости населения к этой инфекции предупреждает подъемы заболеваемости и ее распространение среди населения. Одним из способов оценки состояния специфического иммунитета к дифтерии служит ежегодный серологический мониторинг. **Цель.** Оценка состояния специфического антитоксического иммунитета к дифтерии в различных возрастных группах населения Российской Федерации по данным серомониторинга 2015–2021 гг. **Материалы и методы.** Проанализированы данные за 2015–2021 гг. серологического мониторинга заболеваемости дифтерией и состояния привитости населения по индикаторным группам 85 субъектов РФ. В течение семи лет исследования обследовано на наличие антител к дифтерии 439 874 человека, в том числе в возрастной группе 3–4 года – 73 559 детей, 15–17 лет – 74 424 подростков и 18 лет и старше – 291 891 взрослых. За этот же период было исследовано 12 154 контрольных сывороток крови, полученных из 20 субъектов РФ. В возрастной группе 3–4 года – 1834 сыворотки, 15–17 лет – 1366, 18–29 лет – 1711, 30–39 лет – 1724, 40–49 лет – 1918, 50–59 лет – 1798, 60 лет и старше – 1803 сыворотки. Наличие антител к дифтерии определяли в реакции пассивной гемагглютинации. За защитный уровень антитоксических антител принимали титр 1:20 и более, напряженность противодифтерийного иммунитета оценивали следующим образом: титр антител 1:20 – 1:40 – низкая, 1:80 – 1:160 – средняя и 1:320 и более – высокая. **Результаты и обсуждение.** Полученные в ходе исследования данные позволили охарактеризовать популяционный иммунитет населения Российской Федерации, в целом по стране, как достаточный для предупреждения распространения дифтерии. Основным фактором, способствующим этому, стал многолетний высокий охват прививками против дифтерии лиц в декретированных возрастных группах (более 95%). При сравнении уровня иммунизации населения в зависимости от возраста было установлено: процент вакцинированных лиц в возрастной группе людей от 50 лет и старше был статистически значимо ниже, чем в группе людей моложе 50 лет. Данные серологических исследований в целом по России показали высокую долю лиц с защитным титром антител к дифтерии в каждой возрастной группе – 3–4 года –  $96,7 \pm 0,1\%$ , 15–17 лет –  $98,3 \pm 0,1\%$ , 18–29 лет –  $96,0 \pm 0,4\%$  –  $97,5 \pm 0,3\%$ , 30–39 –  $95,9 \pm 0,4\%$  –  $97,5 \pm 0,3\%$ , 40–49 лет –  $95,7 \pm 0,4\%$  –  $97,7 \pm 0,3\%$ . Наибольшая доля серонегативных лиц выявляется среди лиц 50–60 лет и старше. **Заключение.** При планировании кампаний по «подчищающей» иммунизации целесообразно предусмотреть обязательную ревакцинацию серонегативных лиц старше 50 лет. Своевременная ревакцинация согласно Национальному календарю профилактических прививок, слежение за долей восприимчивых к дифтерии лиц во всех индикаторных группах с последующим проведением ревакцинации серонегативных лиц позволит поддерживать высокий уровень популяционного иммунитета (более 95%) и обеспечить стабильно низкую заболеваемость дифтерией.

**Ключевые слова:** дифтерия, заболеваемость, носительство, иммунитет, привитость, прогнозирование  
Конфликт интересов не заявлен.

**Для цитирования:** Басов А. А., Максимова Н. М., Высочанская С. О. и др. Оценка состояния противодифтерийного иммунитета в разных возрастных группах населения Российской Федерации по данным серомониторинга 2015–2021 годов. Эпидемиология и Вакцинопрофилактика. 2023;22(5):63–73. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2023-22-5-63-73>

\* Для переписки: Басов Артем Александрович, к. м. н., руководитель лабораторией эпиднадзора за дифтерией и коклюшем, ФБУН «Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Г. Н. Габричевского» Роспотребнадзора, 125212, Москва, ул. Адмирала Макарова, 10. +7 (495) 459-21-46, a.basov\_pochta@mail.ru. ©Басов А. А. и др.

**Assessment of the State of Antidiphtheria Immunity in Different Age Groups of the Population of the Russian Federation Based on Seromonitoring Data for 2015–2021**AA Basov<sup>\*1,2</sup>, NM Maksimova<sup>1</sup>, SO Vysochanskaya<sup>1,2</sup>, OV Tsvirkun<sup>1,3</sup>, KA Yatskovsky<sup>1</sup>, SE Aduguzelov<sup>1</sup><sup>1</sup>G.N. Gabrichevsky Institute for epidemiology and microbiology, Moscow, Russia<sup>2</sup>Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russia<sup>3</sup>RUDN, Moscow, Russia**Abstract**

**Relevance.** Diphtheria is one of the dangerous diseases that threaten human life. Immunization is the only means of creating a favorable epidemiological situation. Ensuring the immunity of the population to this infection prevents the occurrence of the rise and spread of diphtheria among the population. One of the ways to assess the state of specific immunity to diphtheria is annual serological monitoring. **Aims.** Assessment of the state of antidiphtheria immunity in different age groups of the population of the Russian Federation based on seromonitoring data for 2015–2021. **Materials and methods.** The data of serological monitoring of diphtheria and the state of vaccination of the population by indicator groups from 85 subjects of the Russian Federation in 2015–2021 were analyzed. In just 7 years, in terms of seromonitoring in Russia, 439,874 people were examined for the presence of antibodies to diphtheria, including 73,559 children in the age group of 3–4 years, 74,424 adolescents aged 15–17 years, and 291,891 adults aged 18 and older. During the same period, 12,154 controlled blood sera from 20 subjects of the Russian Federation were examined. In the age group of 3–4 years – 1834 children, 15–17 years – 1366 teenagers, 18–29 years – 1711 adults, 30–39 years – 1724 adults, 40–49 years – 1918 adults, 50–59 years – 1798 adults, 60 years and older – 1803 adults. The presence of antibodies to diphtheria was determined in the course of passive hemagglutination. The protective titers of antibodies were taken to be dilution of sera with a titer of 1:20 or more, the intensity of anti-diphtheria immunity was assessed as follows: antibody titers in dilution of sera 1:20–1:40 – low titers, 1:80–1:160 – medium and 1:320 or more – high titers of antibodies of JSC «Biomed» im. I. I. Mechnikov. **Results and discussion.** In Russia, improving the surveillance system for diphtheria continues to be an urgent task of the private epidemiology of this infection. The data obtained during the study allowed us to characterize the population immunity of the population of the Russian Federation, as a whole across the country, as sufficient to prevent the occurrence and spread of diphtheria. The main factor contributing to this was the long-term high coverage of vaccinations against diphtheria of persons in the decreed age groups (more than 95% of those vaccinated from the number of persons to be vaccinated in each age group). When comparing the level of immunization of the population depending on age, it was found that the percentage of vaccinated persons in the age group of people 50 years and older was statistically significantly lower than in the group of people younger than 50 years. The data of serological studies in Russia as a whole showed a high proportion of people with protective titers of antibodies to diphtheria in each age group – 3–4 years –  $96.7 \pm 0.1\%$ , 15–17 years –  $98.3 \pm 0.1\%$ , 18–29 years –  $96.0 \pm 0.4\%$  –  $97.5 \pm 0.3\%$ , 30–39 –  $95.9 \pm 0.4\%$  –  $97.5 \pm 0.3\%$ , 40–49 years old –  $95.7 \pm 0.4\%$  –  $97.7 \pm 0.3\%$ . The largest proportion of seronegative individuals is detected among groups aged 50–59 years and 60 years and older. The analysis of the share of seronegative persons in certain subjects of the Russian Federation revealed that the number of territories with a share of seronegative persons of more than 10% in the age groups of 50–59 years and 60 years and older was significantly higher than in other age groups. **Conclusion.** Thus, when planning companies for «catch-up» immunization, it is advisable to provide mandatory revaccination of seronegative persons over 50 years of age. Timely revaccination according to the National Vaccination Calendar, tracking the proportion of persons susceptible to diphtheria in all indicator groups, followed by revaccination of seronegative persons in older ages will allow maintaining a high level of population immunity (more than 95%) and ensuring a consistently low incidence of diphtheria in the country for many years.

**Keywords:** diphtheria, morbidity, carrier, immunity, vaccination, prognosis

No conflict of interest to declare.

**For citation:** Basov AA, Maksimova NM, Vysochanskaya SO, et al. Assessment of the State of Antidiphtheria Immunity in Different Age Groups of the Population of the Russian Federation Based on Seromonitoring Data for 2015–2021. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2023;22(5):63–73 (In Russ.). <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2023-22-5-63-73>

**Введение**

Дифтерия – угрожающее жизни антропонозное заболевание, единственным средством эффективного контроля и профилактики которого является вакцинация.

Глобальная заболеваемость дифтерией существенно снизилась благодаря программам плановой иммунизации и широкому охвату прививками детей и взрослых в декретированных возрастах. В странах, где охват вакцинацией достигает или

превышает регламентируемый показатель ВОЗ (95% и более), эта инфекция регистрируется в единичных случаях или полностью отсутствует [1,2].

В России прививки против дифтерии проводятся с 1946 г. Схема иммунизации менялась и совершенствовалась и в настоящее время представлена трехкратной вакцинацией АКДС-вакциной детей с трехмесячного возраста и ревакцинациями в 18 месяцев, 7 лет, 14 и взрослых каждые 10 лет от момента последней прививки.

\* For correspondence: Basov Artem A., Cand. Sci. (Med.), G.N. Gabrichevsky Institute for epidemiology and microbiology, 10, Admirala Makarova, Moscow, 125212, Russia. +7 (495) 459-21-46, a.basov\_pochta@mail.ru. ©Basov AA, et al.

Вакцинация от дифтерии предлагается ВОЗ с 1974 г. по схеме: с шести недель три прививки с интервалом в четыре недели, с последующими тремя ревакцинациями в детском возрасте [3].

Во всех европейских странах рекомендуются три или четыре прививки против столбняка и дифтерии в первые 2 года жизни и одна–три повторные прививки в возрасте 2–17 лет. В большинстве европейских стран проводится регулярная ревакцинация каждые 10–20 лет лиц зрелого возраста [4].

Несмотря на многолетнюю специфическую профилактику дифтерии, эпидемическое благополучие достигнуто не во всех странах, и в мире по-прежнему регистрируются вспышки этой инфекции [5,6]. С 2016 г. по 2021 г. крупные вспышки дифтерии отмечались в Индии, Бангладеше, Йемене, Венесуэле [2,6–9]. Наблюдался рост количества заболевших среди беженцев с неизвестным прививочным анамнезом и непривитых против дифтерии в районах социальной нестабильности и боевых действий (например, среди беженцев из Мьянмы в Бангладеш в 2017 г.) [10]. Отмечалось, что в странах с низким и средним уровнем дохода среди населения заболевание дифтерией чаще регистрировалось среди пожилых людей [11].

Для оценки качества вакцинопрофилактики требуется мониторинг состояния антитоксического иммунитета.

В большинстве стран Европейского региона противодифтерийный иммунитет находится на высоком уровне у детей и подростков и значительно снижаясь с возрастом [13]. Исследование, проведенное в 6 европейских странах (Австрия, Бельгия, Германия, Греция, Италия и Польша), показало, что у 45% из 2100 обследованных взрослых разного возраста уровень антител против дифтерии и столбняка был ниже защитного (0,1 МЕ/мл) [14].

В Польше при оценке результатов исследований 1387 образцов сывороток крови, отобранных с 2010 г. по 2012 г. у взрослых лиц в возрасте до 85 лет, высокий уровень антител IgG к дифтерийному анатоксину ( $> 1,0$  МЕ/мл) обнаружен лишь в 3,6% сывороток крови [12].

Снижение доли серопозитивных лиц (с титром антител  $\geq 0,01$  МЕ/мл) к дифтерии (менее 90%) в индикаторной группе 60 лет и старше отмечено в исследованиях, проведенных в Белоруссии [15], где состав вакцины и схема иммунизации против этой инфекции аналогичны используемым в нашей стране.

Согласно рекомендациям ВОЗ, для эффективного контроля за дифтерийной инфекцией требуется уровень иммунизации не менее, чем у 90% детей и 75% взрослого населения [16].

В России в системе эпидемиологического надзора за дифтерией оценка иммунитета проводится в отдельных возрастных индикаторных группах. Серологический мониторинг направлен на оценку иммунологической защищенности населения,

качества и эффективности вакцинопрофилактики и дает возможность проследить риск циклических подъемов заболеваемости.

На фоне регистрации единичных случаев дифтерийной инфекции в структуре эпиднадзора возрастает роль серомониторинга в качестве основного инструмента выявления групп риска и прогнозирования развития эпидемиологической ситуации как в целом по России, так и в отдельных регионах нашей страны. Многолетний высокий охват профилактическими прививками (97,1%) обеспечивает высокий уровень защищенности населения от дифтерии и определяет в современных условиях эпидемиологическое благополучие по этой инфекции в нашей стране [17].

При этом вызывает опасение возможный рост доли серонегативных лиц к дифтерии в отдельных регионах нашей страны, что может являться неблагоприятным прогностическим признаком и способствовать росту заболеваемости среди незащищенных от этой инфекции лиц [18].

**Цель исследования** – оценка состояния специфического антитоксического иммунитета к дифтерии в различных возрастных группах населения Российской Федерации по данным серомониторинга 2015–2021 гг.

#### Материалы и методы

В исследовании использованы данные Референс-центра по мониторингу за возбудителями кори, краснухи, эпидемического паротита, дифтерии и коклюша, функционирующего на базе ФБУН МНИИЭМ им. Г. Н. Габричевского (далее Референс-центр). Данные представляют собой результаты за 2015–2021 гг. серологического мониторинга дифтерийной инфекции, охватывающего индикаторные группы населения 85 субъектов РФ. В индикаторные группы, согласно Методическим указаниям МУ 3.1.2943-11 «Организация и проведение серологического мониторинга состояния коллективного иммунитета к инфекциям, управляемым средствами специфической профилактики (дифтерия, столбняк, коклюш, корь, краснуха, эпидемический паротит, полиомиелит, гепатит В), включают: детей в возрасте 3–4 лет с целью оценки формирования базисного иммунитета; подростков в возрасте 16–17 лет для оценки результатов вакцинации, проводимой в школах и средних учебных заведениях; возрастные группы взрослых (с 18 лет и старше) без учета их прививочного анамнеза для оценки фактического уровня защищенности от дифтерии взрослых в каждой возрастной группе и выявления групп риска. За рассматриваемый семилетний период обследовано на наличие антител к дифтерии 439 874 человека, в том числе в возрастной группе 3–4 года – 73 559 детей, 15–17 лет – 74 424 подростка и 18 лет и старше – 291 891 взрослый.

За анализируемый период в Референс-центре было исследовано 12 154 контрольных сыворотки

крови из 20 субъектов РФ. В возрастной группе 3–4 года – 1834 сыворотки, 15–17 лет – 1366, 18–29 лет – 1711, 30–39 лет – 1724, 40–49 лет – 1918, 50–59 лет – 1798, 60 лет и старше – 1803 сыворотки.

Оценка привитости населения от дифтерии проводилась по данным государственного статистического наблюдения на основе формы 5 «Сведения о профилактических прививках» и формы 6 «Сведения о контингентах детей, подростков и взрослых, привитых против инфекционных заболеваний».

При обработке результатов исследования использовались метод ретроспективного эпидемиологического анализа.

Серологические исследования определения уровня анитоксических антител к дифтерии проводились микрометодом РПГА с эритроцитарным дифтерийным антигенным жидким диагностикумом АО «Биомед» им. И. И. Мечникова и ООО «БиоХолд». За защитный уровень анитоксических антител принимали титр 1:20 и более, напряженность противодифтерийного иммунитета оценивали следующим образом: титр антител 1:20 – 1:40 – низкая, 1:80 – 1:160 – средняя и 1:320 и более – высокая [19]. За напряженный иммунитет был принят титр 1:80 и выше. Критерием неблагополучной эпидемиологической ситуации в субъектах Российской Федерации считается доля серонегативных лиц среди детей – более 5%, взрослых – более 10%.

Обработка полученных данных исследований сывороток проводилась с использованием 95% доверительного интервала (95% ДИ), вычисляемого по формуле для альтернативного распределения  $m = \pm 1,96 \cdot \sqrt{p \cdot (1-p)/n}$ , где 1.96 – значение для

95% доверительной вероятности,  $p$  – доля признака в генеральной совокупности,  $n$  – размер выборки. Расчет статистической значимости различий, медианы и межквартильного размаха осуществлялся с применением пакета программ IBM SPSS Statistics 26. Для проверки на нормальность распределения применялся критерий Колмогорова-Смирнова (т.к. объем выборки составил >50 человек). Для сравнения уровня вакцинации между возрастными индикаторными группами (18–50 лет и старше 50 лет), был использован критерий Манна-Уитни.

### Результаты исследования

Ежегодно в рассматриваемый период (2015–2021 гг.) регистрировались единичные случаи заболевания дифтерией. Вероятно, это связано с ежегодным высоким охватом прививками. К возрасту 12 и 24 месяцев вакцинированы по полной схеме и прошли первую ревакцинацию в 2015–2021 гг. 95,0–97,4% и 95,5–99,4% детей соответственно, что предполагает формирование у них базового иммунитета к дифтерии. Охват прививками детей в возрасте от 3 месяцев до 14 лет 11 месяцев 29 дней составлял 96,4–98,9%, подростков – 96,8–99,8% (табл. 1).

В индикаторных группах взрослого населения охват профилактическими прививками против дифтерии в течение рассматриваемых семи лет в возрастной группе 18–29 лет составлял 99,0–99,3%, 30–39 лет – 98,6–99,0%, 40–49 – 97,9–98,5%, 50–59 лет – 97,3–98,1% и 60 лет и старше – 96,8–97,5% (табл. 2).

С помощью критерия Колмогорова-Смирнова было установлено распределение охвата прививками в индикаторных группах взрослого населения

**Таблица 1. Уровень и своевременность охвата прививками против дифтерии детей и подростков в 2015–2021 гг. (%)**  
**Table 1. Indicators of immunization and timeliness of coverage with vaccinations against diphtheria in children and adolescents at the prescribed ages in Russia in 2015–2021 (%)**

| Декретированные возраста<br>Decreed ages                                              | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Дети в возрасте от 3 мес. до 14 лет<br>Children in the age of 3 months – 14 years old | 97,8 | 97,1 | 98,9 | 98,6 | 98,9 | 96,4 | 96,4 |
| Подростки<br>Teenagers                                                                | 96,8 | 99,6 | 99,8 | 99,6 | 99,7 | 99,5 | 99,4 |
| <b>Своевременность прививок<br/>Timeliness of vaccinations</b>                        |      |      |      |      |      |      |      |
| V3 к 12 месяцам<br>12 months                                                          | 95,4 | 97,4 | 96,7 | 95   | 96,9 | 96,6 | 96,7 |
| Rv1 к 24 месяцам<br>24 months                                                         | 99,4 | 98,4 | 97,1 | 96,7 | 96,5 | 95,5 | 96,3 |
| Rv2 в 7 лет<br>7 years old                                                            | 99,8 | 99,2 | 99,3 | 99,5 | 99,2 | 96   | 95,9 |
| Rv3 в 14 лет<br>14 years old                                                          | 99,8 | 99,6 | 99,7 | 99,7 | 99,5 | 95   | 95,1 |

**Таблица 2. Охват прививками против дифтерии в индикаторных группах взрослых в 2015–2021 гг. (%)**  
**Table 2. The level vaccination against diphtheria coverage of adults by age groups in Russia in 2015–2021 (%)**

| Возраст<br>Age<br>Год<br>Year | 18–29 лет<br>18–29<br>years old | 30–39 лет<br>30–39 years<br>old | 40–49 лет<br>40–49<br>year sold | 50–59 лет<br>50–59 years<br>old | 60 лет и стар-<br>ше<br>60+ years old | Общий охват<br>Total coverage |
|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| 2015                          | 99,3                            | 98,9                            | 98,1                            | 97,9                            | 97,4                                  | 98,3                          |
| 2016                          | 99,1                            | 98,8                            | 98,4                            | 98,1                            | 96,8                                  | 98,1                          |
| 2017                          | 99,3                            | 99                              | 98,4                            | 98,1                            | 96,9                                  | 98,2                          |
| 2018                          | 99,2                            | 98,9                            | 98,3                            | 98                              | 97,5                                  | 98,3                          |
| 2019                          | 99,2                            | 98,8                            | 98,5                            | 98,1                            | 96,8                                  | 98,1                          |
| 2020                          | 99                              | 98,6                            | 98,2                            | 97,8                            | 97,2                                  | 98,1                          |
| 2021                          | 99,1                            | 98,8                            | 97,9                            | 97,3                            | 96,9                                  | 97,9                          |

отличное от нормального. При сравнении уровня иммунизации населения в зависимости от возраста было установлено: процент вакцинированных лиц в возрастной группе от 50 лет и старше был статистически значимо ниже, чем в группе взрослых людей моложе 50 лет (табл. 3).

Оценка изменений доли привитых против дифтерии детей в возрасте до 1 года в период до пандемии новой коронавирусной инфекции (2015–2019 гг.) и в период пандемии (2020–2021 гг.) показала, что распределение показателей охвата вакцинацией отличалось от нормального (табл. 4).

В 2020–2021 гг. отмечалось небольшое снижение охвата вакцинацией, однако на 63,5% территорий не было установлено статистически значимой разницы ( $p > 0,005$ ).

Анализ результатов серомониторинга показал высокую степень защищенности детей в возрасте 3–4 года от дифтерии. Защитный уровень антител против дифтерии в среднем в течение семилетнего периода обнаруживался в  $96,7 \pm 0,1\%$  исследованных сывороток крови, средние и высокие титры антител выявлялись в  $88,5 \pm 0,2\%$  сывороток, из них доля сывороток с высокими титрами антител достигала  $66,4 \pm 0,3\%$  (рис. 1).

**Таблица 3. Сравнение охвата вакцинацией в индикаторных группах взрослых**  
**Table 3. Comparison of vaccination rates in indicator groups of adults**

| Год<br>Year | Охват вакцинацией против дифтерийной инфекции по возрастным группам, %<br>Vaccination rate against diphtheria by age group, % |           |                                     |           | p        |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------|-----------|----------|
|             | Люди в возрасте от 18 до 50 лет<br>People aged 18 to 50                                                                       |           | 50 лет и старше<br>50 age and older |           |          |
|             | Me                                                                                                                            | IQR       | Me                                  | IQR       |          |
| 2015        | 99,1                                                                                                                          | 98,2–99,6 | 98,2                                | 96,9–99,0 | < 0,001* |
| 2016        | 99,0                                                                                                                          | 98,1–99,6 | 98,3                                | 97,2–99,0 | < 0,001* |
| 2017        | 99,0                                                                                                                          | 98,2–99,6 | 98,2                                | 96,9–98,9 | < 0,001* |
| 2018        | 98,9                                                                                                                          | 98,0–99,6 | 98,2                                | 97,1–99,0 | < 0,001* |
| 2019        | 98,9                                                                                                                          | 97,9–99,5 | 98,2                                | 97,0–99,0 | < 0,001* |
| 2020        | 98,3                                                                                                                          | 97,0–99,3 | 98,1                                | 96,9–98,9 | 0,024*   |
| 2021        | 98,3                                                                                                                          | 97,1–99,3 | 98,1                                | 96,7–99,0 | 0,049*   |

Примечание: \*различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ), IQR – межквартильный размах.  
 Note: \*differences in indicators are statistically significant ( $p < 0,05$ ) IQR – interquartile range.

Таблица 4. Охват вакцинацией до и во время пандемии COVID-19

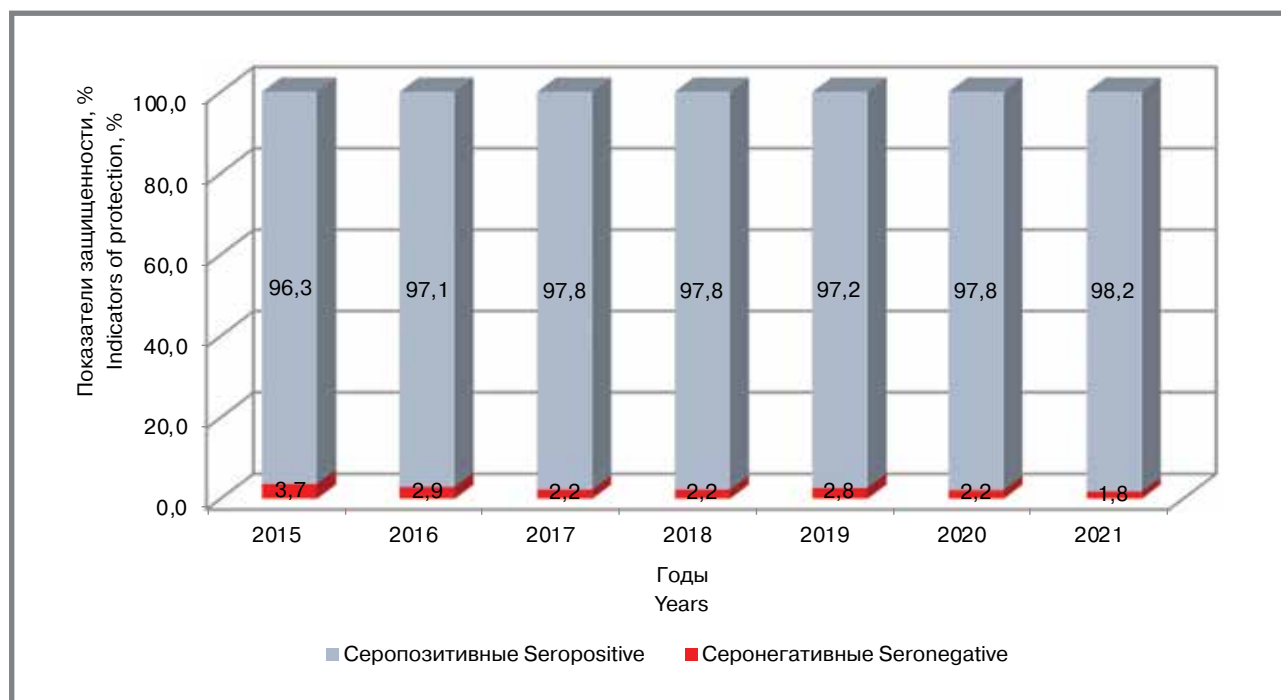
Table 4. Vaccination coverage before and during the pandemic COVID-19

| Временной промежуток<br>Time period | Уровень охвата вакцинацией от дифтерии, %<br>Diphtheria vaccination coverage rate, % |           | p     |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------|
|                                     | Me                                                                                   | IQR       |       |
| 2015–2019 гг.                       | 96,9                                                                                 | 96,2–97,4 | 0,007 |
| 2020–2021 гг.                       | 95,7                                                                                 | 95,7–97,1 |       |

Примечание: IQR – межквартильный размах.  
Note: IQR – interquartile range.

Рисунок 1 Результаты серомониторинга противодифтерийных антител в возрастной группе 3-4 лет в 2015–2021 гг.

Figure 1. The results of determining the anti-diphtheria immunity at children 3-4 years old in Russia in 2015–2021 (seromonitoring)



В возрастной группе подростков состояние противодифтерийного иммунитета также оценивается как высокое. Защитный уровень антител против дифтерии в среднем в анализируемый период был обнаружен в  $98,3 \pm 0,1\%$  сывороток. Число серонегативных подростков составило всего лишь в  $1,7 \pm 0,1\%$  (рис. 2).

Представленные данные были подтверждены контрольными исследованиями сывороток крови детей и подростков в лаборатории эпиднадзора за дифтерией и коклюшем, входящей в состав Референс-центра. Защитный уровень антител установлен у  $91,8 \pm 3,4\% - 99,3 \pm 0,9\%$  у детей и у  $92,2 \pm 3,2\% - 100\%$  подростков 15–17 лет, при напряженном противодифтерийном иммунитете у  $82,9 \pm 4,6\% - 99,0 \pm 1,4\%$  детей 3–4 лет и  $84,4 \pm 4,3\% - 99,5 \pm 1,0\%$  у подростков 15–17 лет.

Результаты серомониторинга 2015–2021 гг. свидетельствовали о фактической защищенности лиц старше 18 лет от дифтерии, доля сывороток крови с защитным титром противодифтерийных

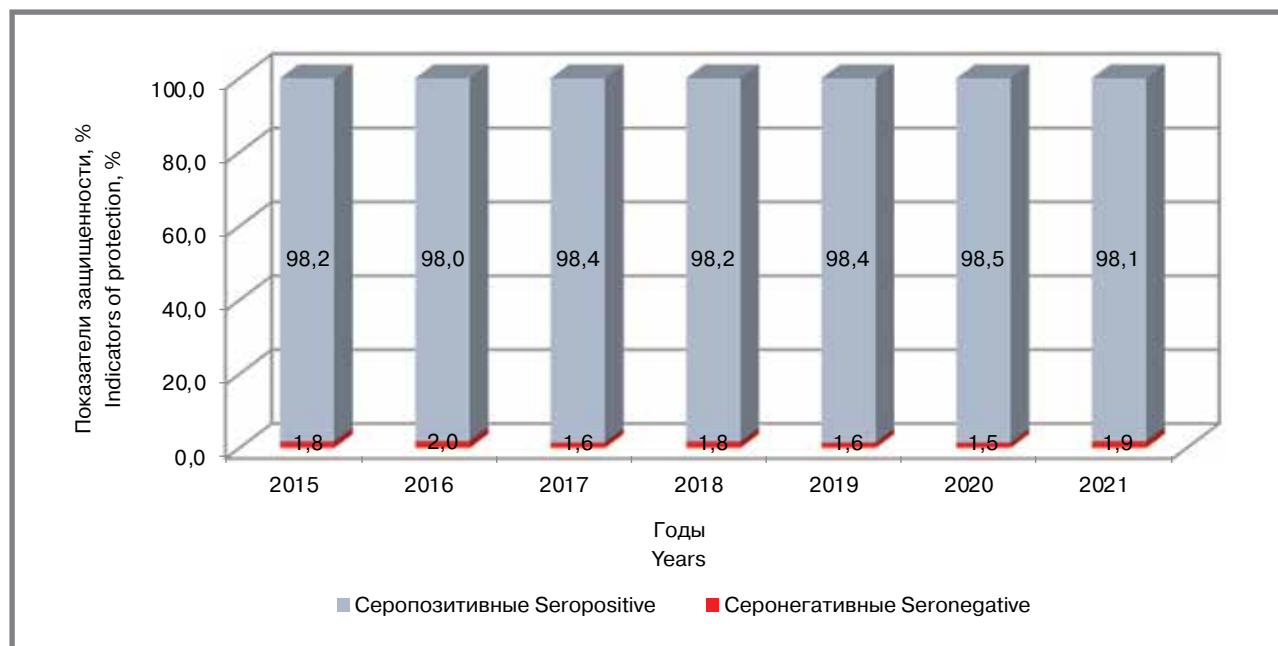
антител находилась в пределах  $95,2 \pm 0,2\%$ , доля лиц с напряженным иммунитетом также была высокой –  $90,5 \pm 0,2\%$ .

За анализируемый период состояние противодифтерийного иммунитета во взрослых индикаторных группах было более высоким в когорте лиц молодого возраста: 18–29 лет ( $96,0 \pm 0,4\% - 97,5 \pm 0,3\%$ ); 30–39 лет ( $95,9 \pm 0,4\% - 97,5 \pm 0,3\%$ ) и 40–49 лет ( $95,7 \pm 0,4\% - 97,7 \pm 0,3\%$ ), при напряженном противодифтерийном иммунитете  $86,1 \pm 0,4\% - 89,3 \pm 0,3\%$ ,  $86,1 \pm 0,4\% - 89,8 \pm 0,6\%$  и  $77,9 \pm 0,4\% - 88,8 \pm 0,6\%$  соответственно (рис. 3).

Результаты контрольных исследований сывороток крови были аналогичны полученным в ходе серомониторинга и составили: в возрастной группа 18–29 лет –  $90,8 \pm 3,2\% - 99,5 \pm 1,0\%$ , 30–39 лет –  $87,9 \pm 3,6\% - 100\%$  и 40–49 лет –  $86,3 \pm 3,8\% - 100\%$ , при напряженности противодифтерийного иммунитета соответственно:  $81,6 \pm 4,3\% - 98,5 \pm 7,7\%$ ,  $78,3 \pm 4,5\% - 99,5 \pm 1,0\%$  и  $75,2 \pm 4,8\% - 99,5 \pm 1,0\%$ .

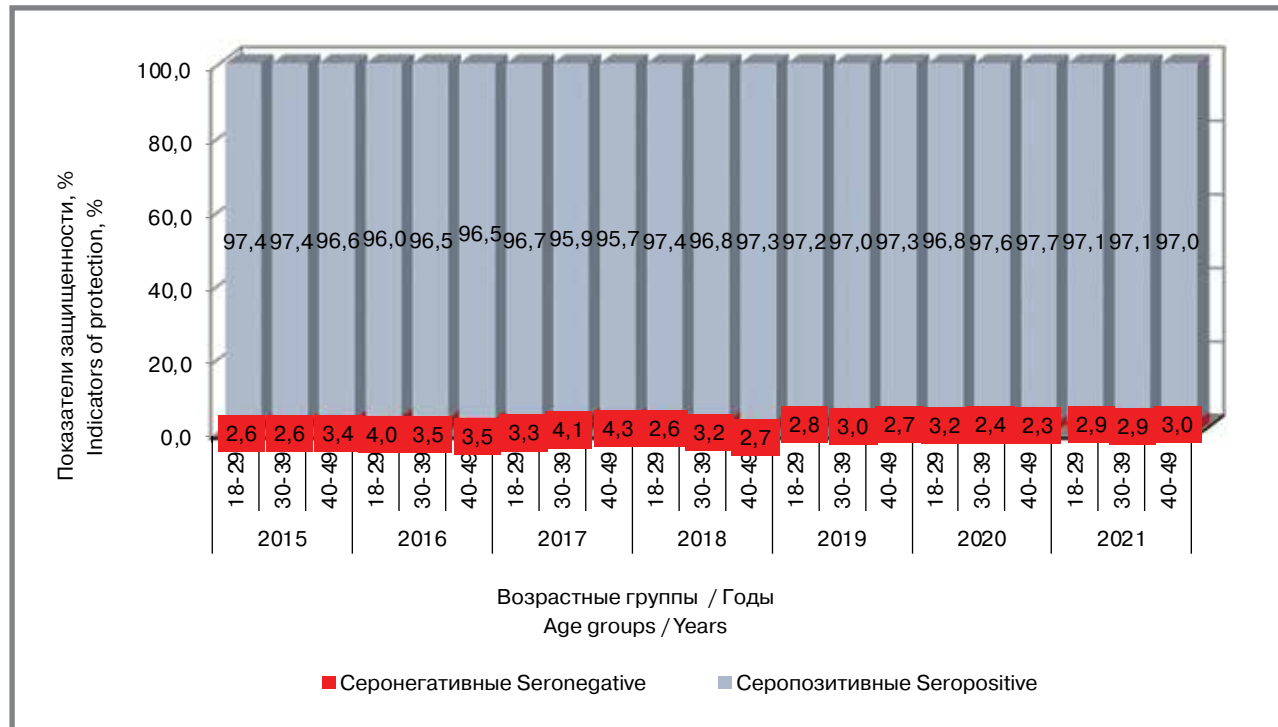
**Рисунок 2. Результаты серомониторинга противодифтерийных антител в возрастной группе подростков 15–17 лет в 2015–2021 гг.**

**Figure 2. The results of determining the anti-diphtheria immunity at teenagers 15–17 years old in Russia in 2015–2021 (seromonitoring)**



**Рисунок 3. Результаты серомониторинга противодифтерийных антител в возрастных группах 18–49 лет в 2015–2021 гг.**

**Figure 3. The results of determining the anti-diphtheria immunity at adults in Russia among age-groups 18–49 years old in Russia in 2015–2021 (seromonitoring)**



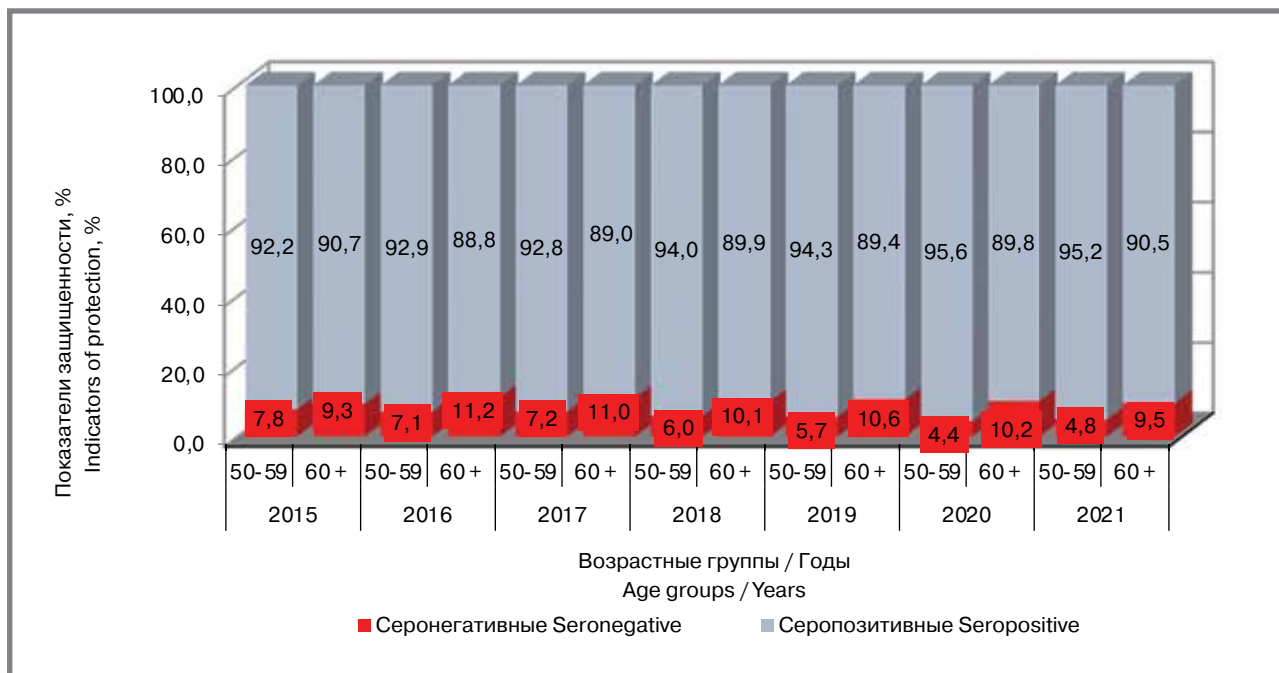
Более низкие показатели серопревалентности были выявлены в более старших возрастных группах. Так, доля лиц с защитным титром антител колебалась в возрастной группе 50–59 лет от 92,1 ± 0,6% (2015 г.) до 95,4 ± 0,5% (2020 г.), 60 лет и старше от 88,9 ± 0,7% (2016 г.) до 90,5 ± 0,7%

(2021 г.). Напряженность иммунитета оценивалась в возрастной группе 50–59 лет – 77,4 ± 1,0% – 83,0 ± 0,8%, 60 лет и старше – 69,9 ± 1,1% – 75,3 ± 1,0% соответственно (рис. 4).

При исследовании контрольных сывороток в старших возрастных группах (50–59 лет, 60 лет

**Рисунок 4. Результаты серомониторинга противодифтерийных антител в возрастных групп 50 лет и старше в 2015–2021 гг.**

**Figure 4. The results of determining the anti-diphtheria immunity at adults in Russia among age-groups 50+ years old in Russia in 2015-2021 (seromonitoring)**



и старше), количество образцов с защитным противодифтерийным титром антител было меньше, чем в других возрастных группах соответственно –  $86,1 \pm 4,0\%$  –  $98,5 \pm 1,7\%$  и  $73,0 \pm 6,2\%$  –  $97,5 \pm 2,2\%$ , напряженность иммунитета –  $72,6 \pm 5,2\%$  –  $95,7 \pm 1,7\%$  и  $57,7 \pm 5,7\%$  –  $94,5 \pm 3,2\%$ .

Статистический анализ результатов серомониторинга во всех индикаторных возрастных группах показал, что распределение было резко отличным от Гауссовского во всех возрастных группах. Сравнение доли лиц с протективным уровнем антител к дифтерийному токсину в разных

индикаторных группах взрослого населения представлено в таблице 5.

Проведенный анализ позволил установить статистически значимые различия в количестве лиц с протективным уровнем антител в возрастной группе людей от 50 лет и старше по сравнению с остальными индикаторными группами ( $p < 0,001$ ).

Результаты серологических исследований состояния противодифтерийного иммунитета существенно различались в разных субъектах Российской Федерации. Поэтому мы провели ранжирование территорий с учетом доли серонегативных

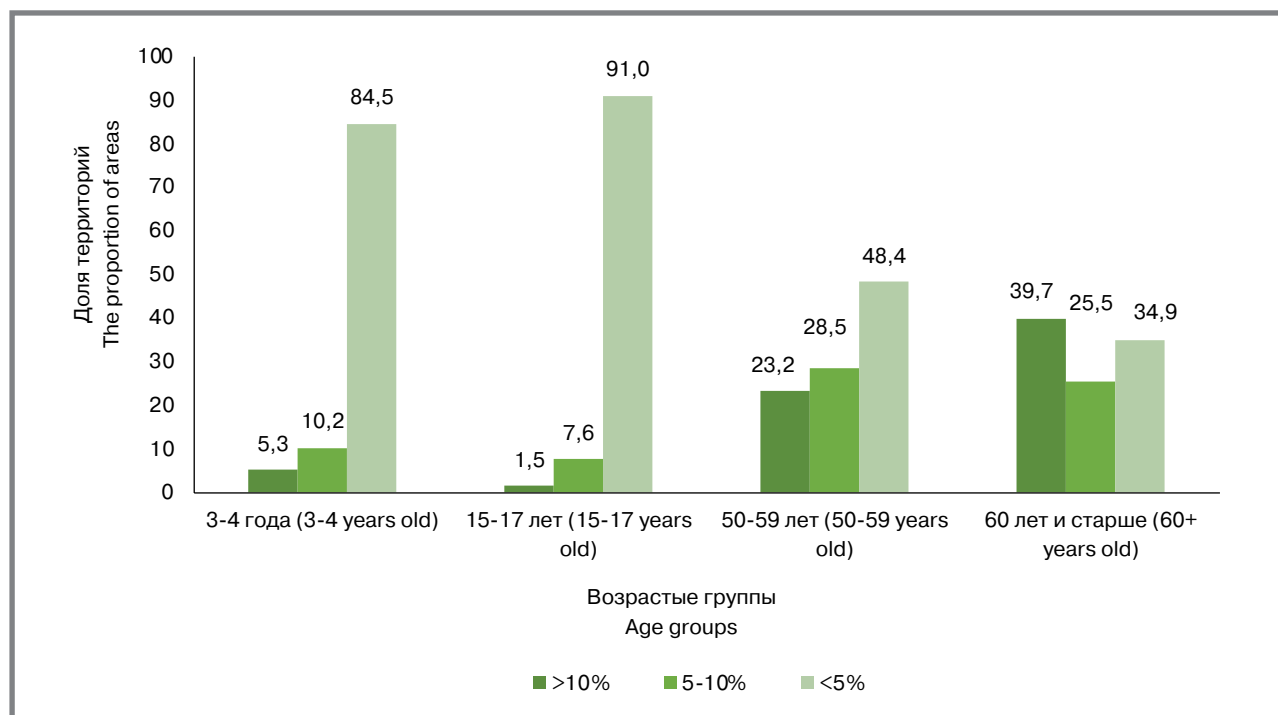
**Таблица 5. Сравнение уровня защитных антител против дифтерии в зависимости от возрастной группы**  
**Table 5. Comparison of protective antibody against diphtheria levels according to age group**

| Год<br>Year | Доля лиц с протективным уровнем антител против дифтерийной инфекции, %<br>Persons with protective antibody titers against diphtheria infection, % |            |                                                   |           | p       |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------|-----------|---------|
|             | Люди в возрасте от 18 до 50 лет<br>People aged 18 to 50                                                                                           |            | Люди 50 лет и старше<br>People 50 years and older |           |         |
|             | Me                                                                                                                                                | IQR        | Me                                                | IQR       |         |
| 2015        | 97,7                                                                                                                                              | 95,1–99,5  | 94,0                                              | 89,5–97,5 | <0,001* |
| 2016        | 98,0                                                                                                                                              | 95,2–100,0 | 94,9                                              | 90,0–98,3 |         |
| 2017        | 98,0                                                                                                                                              | 95,2–100,0 | 94,6                                              | 92,0–98,3 |         |
| 2018        | 98,3                                                                                                                                              | 96,0–100,0 | 95,4                                              | 91,6–98,5 |         |
| 2019        | 98,0                                                                                                                                              | 96,0–100,0 | 95,4                                              | 91,2–97,9 |         |
| 2020        | 98,1                                                                                                                                              | 96,0–100,0 | 96,0                                              | 91,0–98,6 |         |
| 2021        | 98,1                                                                                                                                              | 96,0–100,0 | 96,0                                              | 91,0–98,5 |         |

Примечание: \*различия показателей статистически значимы ( $p < 0,05$ ), IQR - межквартильный размах.  
Note: \*differences in indicators are statistically significant ( $p < 0,05$ ) IQR – interquartile range.

**Рисунок 5. Доля территорий с разным уровнем серонегативных к дифтерии среди детей 3–4 лет, подростков 15–17 лет и взрослых 50–59, 60 лет и старше**

**Figure 5. The proportion of areas with different rates of diphtheria seronegative children 3–4 years old, teenagers 15–17 years old and adults 50–59, 60+ years old**



к дифтерии лиц. На сегодняшний день одним из критериев эпидемиологического благополучия в отношении дифтерии является показатель серонегативных лиц не более 5% среди детей в возрасте до 18 лет и не более 10% среди взрослых [19].

Оказалось, что в возрастной группе 3–4 года за анализируемый период доля серонегативных более 5% регистрировалась на 15,6% территорий Российской Федерации (рис. 5).

Почти в два раза меньше территорий (всего 9%), где доля серонегативных более 5% регистрировалась в возрастной группе 15–17 лет.

Количество субъектов РФ с долей серонегативных лиц более 10% в возрастных группах 50–59 лет, 60 лет и старше выше, чем в других возрастных группах. Так, в группе 50–59 лет количество наиболее благополучных в эпидемиологическом аспекте территорий, где доля серонегативных в возрастной группе 50–59 лет менее 5% или более 10%, составляют соответственно 48,4% и 23%. В 40,0% субъектов Российской Федерации количество серонегативных среди лиц 60 лет и старше превысило критерий эпидемиологического благополучия.

Доля лиц с напряженным иммунитетом к дифтерии в 2015–2021 гг. составляла 87,6–90,7%.

На большинстве территорий Российской Федерации специфический иммунитет к дифтерии оценивался как напряженный. Доля субъектов Российской Федерации, где преобладали лица с титрами антител 1:80 и выше (более 90%) за весь период наблюдения колебалась от 61,1% до 71,7%.

### Обсуждение

Результаты исследования позволили охарактеризовать популяционный иммунитет населения Российской Федерации, как достаточный для предупреждения распространения дифтерии. Основным фактором, способствовавшим этому, стал многолетний высокий охват прививками против дифтерии – более 95%. При сравнении уровня иммунизации населения в зависимости от возраста было установлено, что в возрастной группе от 50 лет и старше охват вакцинацией статистически значимо ниже, чем среди лиц 18–50 лет.

Данные серологических исследований в целом по России показали высокую долю лиц с защитными титрами антител к дифтерии (в возрастных группах: 3–4 года –  $96,7 \pm 0,1\%$ , 15–17 лет –  $98,3 \pm 0,1\%$ , 18–29 лет –  $96,0 \pm 0,4\%$  –  $97,5 \pm 0,3\%$ , 30–39 –  $95,9 \pm 0,4\%$  –  $97,5 \pm 0,3\%$ , 40–49 лет –  $95,7 \pm 0,4\%$  –  $97,7 \pm 0,3\%$ ). Наибольшая доля серонегативных выявляется среди лиц 50–59 лет и 60 лет и старше. Подобное положение отмечено не только в России, но и в других странах [20–22]. Это объясняется постепенной утратой поствакцинального иммунитета и отсутствием приверженности к вакцинации в возрастных группах 50–59 лет и 60 лет и старше.

Анализ данных о количестве серонегативных лиц в отдельных субъектах Российской Федерации выявил, что количество территорий с долей серонегативных лиц более 10% в возрастных группах 50–59 лет и 60 лет и старше было значимо выше, чем в других возрастных группах.

## Practical Aspects of Epidemiology and Vaccine Prevention

Выявить группу высокого риска по заболеваемости дифтерией позволил анализ данных об охвате прививками и результатов исследования состояния специфического иммунитета, в эту группу вошли лица в возрасте 50 лет и старше. При этом ревакцинация серонегативных лиц в отдельных регионах не осуществлялась или проводилась в ограниченном объеме. Это дает основание предположить, что в случае заболевания дифтерией лиц старше 50 лет будут формироваться семейные очаги с распространением инфекции и в эпидемический процесс будут вовлечены непривитые дети дошкольного и школьного возраста.

Анализ состояния напряженности специфического иммунитета у лиц с антитоксическими антителами показал, что в период пандемии новой коронавирусной инфекции COVID-19 (2020–2021 гг.) доля своевременно привитых против дифтерии детей, лиц с антитоксическим иммунитетом к этой инфекции и тех, у кого иммунитет оценивался как напряженный, практически не изменялась по сравнению с рассматриваемым доковидным периодом

(2015–2019 гг.). Вероятно, это связано с особенностями дифтерийной инфекции, иммуногенностью вакцинного препарата, а также тем, что эффективность эпидемиологического надзора и контроля за этой инфекцией не снижалась, несмотря на увеличившуюся в период пандемии нагрузку на специалистов Роспотребнадзора и Минздрава России.

### Заключение

Таким образом, при планировании кампаний по «подчищающей» иммунизации целесообразно предусмотреть обязательную ревакцинацию серонегативных лиц старше 50 лет.

Своевременная ревакцинация согласно Национальному календарю профилактических прививок, слежение за долей восприимчивых к дифтерии лиц во всех индикаторных группах с последующим проведением ревакцинации серонегативных лиц в группах риска позволит поддерживать высокий уровень популяционного иммунитета (более 95%) и обеспечить стабильно низкую заболеваемость дифтерией в стране.

### Литература

- Weekly epidemiological record. No 44, 2022, 97, 567–574. Доступно на: <http://www.who.int/wer>
- ECDC. European Diphtheria Surveillance Network (EDSN). [internet]. Доступно на: <https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/partnerships-and-networks/disease-and-laboratory-networks/edsn> Ссылка активна на 5 декабря 2022.
- WHO. Diphtheria reported cases. [internet]. Доступно на: [https://apps.who.int/gho/data/view.main.1520\\_41](https://apps.who.int/gho/data/view.main.1520_41) Ссылка активна на 5 декабря 2022.
- Sharma NCh, Efstratiou A, Mokrousov I, et al. Diphtheria. *Nature Reviews Disease Primers*. 2019;5(81):1–18.
- Clarke Kristie E.N., MacNeil A., Hadler S, et al. Global Epidemiology of Diphtheria, 2000–2017. *Emerging Infectious Diseases*. 2019;25(10):1834–1842. doi: <https://doi.org/10.3201/eid2510.190271>
- Manoj V Murhekar, Pattabi Kamaraj, Muthusamy Santhosh Kumar, et al. Immunity against diphtheria among children aged 5–17 years in India, 2017–18: a cross-sectional, population-based serosurvey. *The Lancet Infectious Diseases*. 2021;21(6):868–875. doi: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30595-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30595-8)
- Manjunath Dandinarasaiah, Bhat Kemmannu Vikram, Naveen Krishnamurthy, et al. Diphtheria Re-emergence: Problems Faced by Developing Countries. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*. 2013;65(4):314–318. doi: <https://doi.org/10.1007/s12070-012-0518-5>
- Landazabal Garcia N, Burgos Rodriguez MM, Pastor D. Diphtheria outbreak in Cali, Colombia, August–October 2000. *Epidemiological Bulletin*. 2001;22(3).
- Jonathan A. Polonsky, Melissa Ivey, Md. Khadimul Anam Mazhar, et al. Epidemiological, clinical, and public health response characteristics of a large outbreak of diphtheria among the Rohingya population in Cox's Bazar, Bangladesh, 2017 to 2019: A retrospective study April 2021PLoS Medicine 18 (4): doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003587>
- Birgit Weinberger, Michael Kellera, Christina Putzera, et al. Protection against Tetanus and Diphtheria in Europe: The impact of age, gender and country of origin based on data from the MARK-AGE Study // *Experimental Gerontology*. 2018. Vol. 105, P. 109–112. doi: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2017.08.037>
- Weinberger B. Adult vaccination against tetanus and diphtheria: the European perspective. *Clinical and Experimental Immunology*. 2017. Vol. 187, N1. P. 93–99. doi: <https://doi.org/10.1111/cei.12822>
- Aleksandra A Zasada, Waldemar Rastawicki, Natalia Rokosz, et al. Seroprevalence of diphtheria toxoid IgG antibodies in children, adolescents and adults in Poland // *BMC Infectious Diseases*. 2013. Vol. 13, N551. P. 1–6.
- Колодкина В. Л., Самойлович Е. О., Мартынов В. С. и др. Популяционный иммунитет к дифтерии и столбняку в Республике Беларусь в условиях многолетней иммунизации. // *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2018. 17(3). С. 19–26. doi: <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2018-17-3-19-26>
- Фельдблюм И. В., Субботина К. А., Николаева А. М. и др. Состояние противодифтерийного, противостолбнячного и противокклюшного иммунитета у взрослых в современных условиях. *Российский иммунологический журнал*. 2017; 20(1):64–69.
- Ковалев Е. В., Харсеева Г. Г., Ненадская С. А. и др. Противодифтерийный антитоксический иммунитет у населения г. Ростова-на-Дону и Ростовской области. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2019;18(2):68–73. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2019-18-2-68-73>
- Эпидемиологический надзор за дифтерией: Методические указания. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 2012. 27 с.
- World Health Organization. JRF supplementary questionnaire on surveillance. Geneva: The Organization; 2018 [cited 2018 Oct 20]. Доступно на: [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/immunization/vpd\\_surveillance/jrf-supplementary-questionnaire-surveillance-18mar.pdf?sfvrsn=61578f6\\_2](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/immunization/vpd_surveillance/jrf-supplementary-questionnaire-surveillance-18mar.pdf?sfvrsn=61578f6_2) Ссылка активна на 5 декабря 2022.
- Максимова Н. М., Якимова Т. Н., Маркина С. С. и др. Дифтерия в России в 21 веке. *Эпидемиология и Вакцинопрофилактика*. 2017;16(5):4–15. <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2017-16-5-4-15>
- Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 3.3686-21 «Санитарно-эпидемиологические требования по профилактике инфекционных болезней» (с изменениями на 25 мая 2022 года)
- Chinchai, T., Posuwan, N., Vuthitanachot, V, et al. Seroprevalence of an antibody against diphtheria, tetanus, and pertussis among the elderly in KhonKaen, Thailand. *J Health Popul Nutr* 38, 28 (2019). <https://doi.org/10.1186/s41043-019-0186-0>
- Boey, L., Bosmans, E., Ferreira, L.B., et al. Seroprevalence of Antibodies against Diphtheria, Tetanus and Pertussis in Adult At-Risk Patients. *Vaccines* 2021, 9, 18. <https://doi.org/10.3390/vaccines901001>
- L.W. Ang, L. James, K.T. Goh, Prevalence of diphtheria and tetanus antibodies among adults in Singapore: a national serological study to identify most susceptible population groups, *Journal of Public Health*, Volume 38, Issue 1, March 2016, Pages 99–105, <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdv011>

### References

- Weekly epidemiological record. No 44, 2022, 97, 567–574. Available at: <http://www.who.int/wer>
- ECDC. European Diphtheria Surveillance Network (EDSN). [internet]. Available at: <https://www.ecdc.europa.eu/en/about-us/partnerships-and-networks/disease-and-laboratory-networks/edsn>
- WHO. Diphtheria reported cases. [internet]. Available at: [https://apps.who.int/gho/data/view.main.1520\\_41](https://apps.who.int/gho/data/view.main.1520_41)
- Sharma NCh, Efstratiou A, Mokrousov I, et al. Diphtheria. *Nature Reviews Disease Primers*. 2019;5(81):1–18.

5. Clarke Kristie E.N., MacNeil A, Hadler S, et al. Global Epidemiology of Diphtheria, 2000–2017. *Emerging Infectious Diseases*. 2019;25(10):1834–1842. doi: <https://doi.org/10.3201/eid2510.190271>
6. Manoj V Murhekar, Pattabi Kamaraj, Muthusamy Santhosh Kumar, et al. Immunity against diphtheria among children aged 5–17 years in India, 2017–18: a cross-sectional, population-based serosurvey. *The Lancet Infectious Diseases*. 2021;21(6):868–875. doi: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30595-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30595-8)
7. Manjunath Dandinarsaiah, Bhat Kemmannu Vikram, Naveen Krishnamurthy, et al. Diphtheria Re-emergence: Problems Faced by Developing Countries. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*. 2013;65(4):314–318. doi: <https://doi.org/10.1007/s12070-012-0518-5>
8. Landazabal García N, Burgos Rodríguez MM, Pastor D. Diphtheria outbreak in Cali, Colombia, August–October 2000. *Epidemiological Bulletin*. 2001;22(3).
9. Jonathan A. Polonsky, Melissa Ivey, Md. Khadimul Anam Mazhar, et al. Diphtheria outbreak in Cox's Bazar, Bangladesh, 2017 to 2019: A retrospective study April 2021 *PLoS Medicine* 18 (4): doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003587>
10. Birgit Weinberger, Michael Kellera, Christina Putzera, et al. Protection against Tetanus and Diphtheria in Europe: The impact of age, gender and country of origin based on data from the MARK-AGE Study. *Experimental Gerontology*. 2018;105:109–112. doi: <https://doi.org/10.1016/j.exger.2017.08.037>
11. Weinberger B. Adult vaccination against tetanus and diphtheria: the European perspective. *Clinical and Experimental Immunology*. 2017;187(1):93–99. doi: <https://doi.org/10.1111/cei.12822>
12. Aleksandra A Zasada, Waldemar Rastawicki, Natalia Rokosz, et al. Seroprevalence of diphtheria toxoid IgG antibodies in children, adolescents and adults in Poland. *BMC Infectious Diseases*. 2013;13(551):1–6.
13. Kolodkina V.L., Samoilovich E.O., Martinov V.S., et al. Population Immunity to Diphtheria and Tetanus in the Republic of Belarus Following Long-Standing Vaccination. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2018;17(3):19–26 (In Russ.) <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2018-17-3-19-26>
14. Feldblum I.V., Subbotina K. A, Nikolaeva A.M., et al. Status of immunity against diphtheria, tetanus and pertussis in adults currently. *Russian Journal of Immunology*. 2017. 20(1). C. 64–69.
15. Kovalev E.V., Kharseeva G.G., Nenadskay S.A., et al. Anti-Diphtheria Antitoxic Immunity in the Population of Rostov-on-Don and the Rostov Region. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2019;18(2):68–73 (In Russ.) <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2019-18-2-68-73>
16. *Epidemiologicheskii nadzor za difteriyey: Metodicheskiye ukazaniya*. M.: Federalnyy tsentr gigieny i epidemiologii Rospotrebnadzora, 2012:27.
17. World Health Organization. JRF supplementary questionnaire on surveillance. Geneva: The Organization; 2018 [cited 2018 Oct 20]. Available at: [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/immunization/vpd\\_surveillance/jrf-supplementary-questionnaire-surveillance-18mar.pdf?sfvrsn=61578f6\\_2](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/immunization/vpd_surveillance/jrf-supplementary-questionnaire-surveillance-18mar.pdf?sfvrsn=61578f6_2)
18. Maximova N.M., Yakimova T.N., Markina S.S., et al. Diphtheria in Russia in the 21st Century. *Epidemiology and Vaccinal Prevention*. 2017;16(5):4–15 (In Russ.) <https://doi.org/10.31631/2073-3046-2017-16-5-4-15>
19. Ob utverzhdenii sanitar'nykh pravil i norm SanPiN 3.3686-21 «Sanitarno-epidemiologicheskiye trebovaniya po profilaktike infektsionnykh bolezney» (s izmeneniyami na 25 maya 2022 goda)
20. Chinchai, T., Posuwan, N., Vuthitanachot, V., et al. Seroprevalence of an antibody against diphtheria, tetanus, and pertussis among the elderly in Khon Kaen, Thailand. *J Health Popul Nutr* 38, 28 (2019). <https://doi.org/10.1186/s41043-019-0186-0>
21. Boey, L., Bosmans, E., Ferreira, L.B., et al. Seroprevalence of Antibodies against Diphtheria, Tetanus and Pertussis in Adult At-Risk Patients. *Vaccines* 2021;9:18. <https://doi.org/10.3390/vaccines901001>
22. Ang L.W., James L., Goh K.T. Prevalence of diphtheria and tetanus antibodies among adults in Singapore: a national serological study to identify most susceptible population groups, *Journal of Public Health*, Volume 38, Issue 1, March 2016, Pages 99–105. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdv011>

## Об авторах

- **Артём Александрович Басов** – к. м. н., руководитель лаборатории эпиднадзора за дифтерией и коклюшем, ФБУН «Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Г. Н. Габричевского» Роспотребнадзора. +7 (495) 459-21-46, a.basov\_pochta@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-4167-3124>.
- **Нина Михайловна Максимова** – д. м. н., главный научный сотрудник лаборатории эпиднадзора за дифтерией и коклюшем, ФБУН «Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Г. Н. Габричевского» Роспотребнадзора. +7 (495) 459-21-46, 4592146@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-3050-0164>.
- **Ольга Валентиновна Цвиркун** – д. м. н., руководитель эпидемиологического отдела, ФБУН «Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Г. Н. Габричевского» Роспотребнадзора. +7 (495) 452-18-09, o.tvirkun@gabrich.ru.
- **Соня Олеговна Высочанская** – старший научный сотрудник лаборатории эпиднадзора за дифтерией и коклюшем, лаборант-исследователь, ФБУН «Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Г. Н. Габричевского» Роспотребнадзора. +7 (495) 459-21-46, m.olochnik@yandex.ru.
- **Кирилл Александрович Яцковский** – младший научный сотрудник лаборатории эпиднадзора за дифтерией и коклюшем, ФБУН «Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Г. Н. Габричевского» Роспотребнадзора. 4592146@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-2952-7853>.
- **Самир Эснединович Адугозелов** – младший научный сотрудник лаборатории эпиднадзора за дифтерией и коклюшем, ФБУН «Московский научно-исследовательский институт эпидемиологии и микробиологии им. Г. Н. Габричевского» Роспотребнадзора. 89258522821@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-2986-019X>.

Поступила: 17.08.2023. Принята к печати: 29.09.2023.

Контент доступен под лицензией CC BY 4.0.

## About the Authors

- **Artem A. Basov** – Cand. Sci. (M of ed.), Head of department of the Diphtheria and Whooping Cough Surveillance Laboratory of G.N. Gabrichevsky Institute for epidemiology and microbiology, 10, Admirala Makarova, Moscow, 125212, Russia. +7 (495) 459-21-46, a.basov\_pochta@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-4167-3124>.
- **Nina M. Maksimova** – Dr. Sci. (Med.), Chief Researcher of the Diphtheria and Whooping Cough Surveillance Laboratory of Moscow Research Institute of Epidemiology and Microbiology named after. G. N. Gabrichevsky of Rospotrebnadzor. +7 (495) 459-21-46, 4592146@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-3050-0164>.
- **Olga V. Tsvirkun** – Dr. Sci. (Med.), Head of the Epidemiological Department of Moscow Research Institute of Epidemiology and Microbiology named after. G. N. Gabrichevsky of Rospotrebnadzor. +7 (495) 452-18-09, o.tvirkun@gabrich.ru.
- **Sonya O. Vysochanskaya** – senior researcher of the Diphtheria and Whooping Cough Surveillance Laboratory of Moscow Research Institute of Epidemiology and Microbiology named after. G. N. Gabrichevsky of Rospotrebnadzor. +7 (495) 459-21-46, m.olochnik@yandex.ru.
- **Kirill A. Yatskovsky** – junior researcher of the Diphtheria and Whooping Cough Surveillance Laboratory of Moscow Research Institute of Epidemiology and Microbiology named after. G. N. Gabrichevsky of Rospotrebnadzor. 4592146@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0003-2952-7853>.
- **Samir E. Aduguzelov** – junior researcher of the Diphtheria and Whooping Cough Surveillance Laboratory of Moscow Research Institute of Epidemiology and Microbiology named after. G. N. Gabrichevsky of Rospotrebnadzor. +7 9258522821@mail.ru. <https://orcid.org/0000-0002-2986-019X>

Received: 17.08.2023. Accepted: 29.09.2023.

Creative Commons Attribution CC BY 4.0.