

DOI: <https://doi.org/10.36691/RJA17117>

EDN: BGDUXA

# Оценка спектра сенсибилизации с помощью отечественного аллергочипа у взрослых пациентов Московского региона, страдающих респираторной аллергией

О.В. Себекина, Н.М. Ненашева, М.Ю. Передельская

Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования, Москва, Россия

## Аннотация

**Обоснование.** Цель аллерголога — своевременное выявление причинно-значимого аллергена, что позволяет назначить современное лечение аллергического заболевания. Для подтверждения сенсибилизации диагностику проводят с помощью кожных тестов с использованием экстрактов аллергенов или выявления специфических антител к иммуноглобулину Е в сыворотке крови. По чувствительности и специфичности методы молекулярной диагностики считаются информативнее, чем диагностические тесты, основанные на натуральных аллергенных экстрактах. Мы использовали технологию отечественного микрочипа в пилотном исследовании, поскольку он обеспечивает анализ широкого спектра сенсибилизации в когорте больных atopическими заболеваниями. Первый российский аллергочип представляет собой платформу, на которой расположены 100 аллергенов (экстрактов и аллергенных молекул).

**Цель исследования** — проанализировать сенсибилизацию у взрослых пациентов Московского региона, страдающих респираторной аллергией, с помощью российской мультиплексной технологии молекулярной аллергодиагностики.

**Методы.** В одноцентровое проспективное одномоментное выборочное контролируемое исследование включены 83 взрослых субъекта (18 лет и старше) обоих полов, проживающих в Московском регионе. В 1-ю группу вошли 12 (14,4%) здоровых добровольцев без атопии; во 2-ю группу — 38 (45,8%) пациентов с изолированным аллергическим ринитом; 3-ю группу составили 33 (39,8%) больных аллергическим ринитом и сопутствующей бронхиальной астмой. Всем участникам исследования в сыворотке крови определяли аллергенспецифические антитела к иммуноглобулину Е к 100 аллергенам методом мультиплексной технологии. Статистическую обработку результатов осуществляли с помощью пакета программы IBM SPSS Statistics 23.0.

**Результаты.** В группе сравнения не выявлено сенсибилизации ни к одному компоненту аллергочипа. Результаты молекулярного анализа спектра сенсибилизации, опосредованной иммуноглобулином Е, к аэроаллергенам в группе пациентов с изолированным ринитом и в группе больных аллергическим ринитом и сопутствующей бронхиальной астмой показали преобладание выявления иммуноглобулина Е к следующим основным молекулам: аллергену пыльцы березы Bet v 1 — у 43 (60,5%) пациентов, аллергену ольхи Aln g 1 — у 26 (36,6%), главной молекуле кошки Fel d 1 — у 23 (32,4%), к 1-й молекуле пыльцы тимopheевки Phl p 1 — у 20 (28,2%), а также к аллергену фундука, относящегося к семейству PR, — белков Cor a 1.04 — у 32 (45,0%). При оценке спектра сенсибилизации обнаружено, что большинство пациентов 2-й и 3-й групп имеют полисенсибилизацию — 89,5 и 93,9% соответственно. Кроме того, показана зависимость увеличения вероятности формирования мультиморбидного фенотипа аллергического ринита с сопутствующей бронхиальной астмой от повышения класса сенсибилизации к основным молекулам Bet v 1 ( $p = 0,020$ ) и Fel d ( $p = 0,003$ ).

**Заключение.** В результате пилотного исследования выявлена сенсибилизация к основным компонентам ингаляционных аллергенов у взрослых пациентов с респираторной аллергией в Московском регионе, которая коррелирует с результатами выполненных ранее исследований на аналогичной популяции пациентов с помощью других молекулярных технологий на основе микрочипов.

**Ключевые слова:** спектр сенсибилизации; респираторная аллергия; аллергенная молекула; молекулярная аллергодиагностика; мультиплексный иммунологический анализ.

**Как цитировать:** Себекина О.В., Ненашева Н.М., Передельская М.Ю. Оценка спектра сенсибилизации с помощью отечественного аллергочипа у взрослых пациентов Московского региона, страдающих респираторной аллергией // Российский аллергологический журнал. 2026. Т. 23, № 1. С. 45–55. DOI: <https://doi.org/10.36691/RJA17117> EDN: BGDUXA

Рукопись получена: 09.02.2026 Рукопись одобрена: 03.03.2026 Опубликовано online: 08.03.2026

© ООО «АБВ-пресс», 2026. Статья доступна по лицензии CC BY-NC-ND 4.0 International

DOI: <https://doi.org/10.36691/RJA17117>

EDN: BGDUXA

# Evaluation of the sensitization spectrum in patients with respiratory allergies in the Moscow region using the domestic allergy chip

Oksana V. Sebekina, Natalya M. Nenasheva, Marina Yu. Peredelskaya

Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Moscow, Russia

## Abstract

**BACKGROUND:** The goal of an allergist is to identify a causally significant allergen in a timely manner, which allows for the administration of modern treatment for allergic diseases. To confirm sensitization, diagnostics are performed using skin tests with allergen extracts or the detection of specific immunoglobulin E antibodies in the blood serum. Molecular diagnostic methods are considered more sensitive and specific than diagnostic tests based on natural allergen extracts. We used a domestic microchip technology in a pilot study, as it provides an analysis of a wide range of different sensitizations in a cohort of patients with atopic diseases. The first Russian allergy chip is a platform with 100 allergens (extracts and allergenic molecules) on it.

**AIM:** To analyze sensitization in adult patients from the Moscow region suffering from respiratory allergies using the Russian multiplex technology of molecular allergy diagnostics.

**METHODS:** A single-center prospective, one-time study included 83 adult subjects (18 years and older) of both sexes living in the Moscow region. The first group consisted of 12 (14.4%) healthy volunteers without atopy, the second group included 38 (45.8%) patients with isolated allergic rhinitis, and the third group consisted of 33 (39.8%) patients with allergic rhinitis and concomitant bronchial asthma. All study participants had allergen-specific immunoglobulin E antibodies to 100 allergens determined in the blood serum by the multiplex technology. Statistical processing of the results was carried out using the IBM SPSS Statistics 23.0 program package.

**RESULTS:** No sensitization to any allergen component was detected in the comparison group. Molecular analysis of the spectrum of immunoglobulin E sensitization to aeroallergens in the group of patients with isolated rhinitis and in the group of patients with allergic rhinitis and concomitant bronchial asthma showed a predominance of immunoglobulin E detection to the following main molecules: birch pollen allergen Bet v 1 in 43 (60.5%) patients, alder allergen Aln g 1 in 26 (36.6%) patients, The main cat molecule was Fel d 1 in 23 (32.4%) of the subjects, the first timothy pollen molecule was Phl p 1 in 20 (28.2%), and the hazelnut allergen belonging to the PR protein family was Cor a 1.04 in 32 (45.0%) patients. When assessing the type of sensitization, it was found that the majority of patients in the second and third groups had polysensitization, with 89.5 and 93.9% of patients, respectively. Additionally, there was a significant correlation between the increased likelihood of developing a multimorbid phenotype of allergic rhinitis with concomitant bronchial asthma and the increased class of sensitization to the main molecules Bet v 1 ( $p = 0.020$ ) and Fel d ( $p = 0.003$ ).

**CONCLUSION:** As a result of the pilot study, sensitization to the main components of inhalation allergens was detected in adult patients with respiratory allergies in the Moscow region, which correlates with previous studies conducted on a similar patient population using other chip technologies.

**Keywords:** sensitization spectrum; respiratory allergy; allergenic molecule; molecular allergy diagnostics; multiplex immunoassay.

**To cite this article:** Sebekina OV, Nenasheva NM, Peredelskaya MYu. Evaluation of the sensitization spectrum in patients with respiratory allergies in the Moscow region using the domestic allergy chip. *Russian Journal of Allergy*. 2026;23(1):45–55. DOI: <https://doi.org/10.36691/RJA17117> EDN: BGDUXA

Submitted: 09.02.2026 Accepted: 03.03.2026 Published online: 08.03.2026

© 2026 PH "ABV-Press". Article can be used under the CC BY-NC-ND 4.0 International License

## Обоснование

Аллергические респираторные заболевания диагностируются на основании тщательно собранного аллергоанамнеза и результатов специфического аллергологического тестирования с различными группами аллергенов. Состав экстрактов аллергенов, используемых при диагностике *in vitro* и *in vivo*, может различаться. Это связано с недостаточным количеством стандартизированных экстрактов аллергенов для кожного тестирования, что, в свою очередь, обусловлено природным разнообразием их источников, а также производственным процессом [1, 2]. Благодаря достижениям молекулярной биологии появилась возможность проведения молекулярной диагностики с большим количеством очищенных натуральных и рекомбинантных молекул аллергенов [3]. Такие современные и доступные технологии мультиплексного иммунологического анализа, применяемые для диагностики в аллергологии, позволяют проводить расширенное определение как основных аллергенов, так и аллергенов с перекрестной реактивностью, участвующих в аллергической сенсibilизации [4]. Результаты исследований по изучению профилей молекулярной сенсibilизации, опосредованной иммуноглобулином E (IgE), с использованием микрочипов аллергенных молекул важны для диагностики респираторных аллергических заболеваний, таких как ринит и астма [5, 6]. Кроме того, точное определение сенсibilизации к специфическим аллергенам и своевременная специфическая иммунотерапия могут предотвратить развитие множественной сенсibilизации, которая нередко увеличивает вероятность развития бронхиальной астмы (БА) у пациентов с аллергическим ринитом (АР) [7, 8].

Молекулярная алергодиагностика с применением мультиплексных платформ открыла еще одно важное направление в исследованиях аллергических заболеваний — возможность изучения региональных молекулярных профилей IgE-гиперчувствительности в популяциях из разных частей мира, направленного на выявление интересных особенностей данных профилей [9]. В ранее проведенных исследованиях показано, что в нашей стране профили сенсibilизации, в частности к респираторным аллергенам, имеют региональные отличия. Например, в городских условиях Алтайского края основными триггерами обострения аллергической БА у детей были аллергены клещей домашней пыли и пыльцы березы [10]. В Ярославле доминирующими также оказались аллергены клещей домашней пыли и пыльцы деревьев [11]. В Самаре чаще выявляли сенсibilизацию к пыльце ветроопыляемых деревьев и плесневым грибкам *Alternaria alternata* [12]. В Московском регионе по результатам исследования, проведенного в 2022 г., определялась высокая степень сенсibilизации к ветроопыляемым деревьям, в меньшей степени — к пыльце злаков, еще в меньшей — к пироглифидным клещам [10]. Выявление спектра

сенсibilизации к различным молекулам аллергенов с учетом территориальных особенностей важно для оптимизации диагностики и дальнейших профилактических и лечебных мероприятий.

В России недавно разработан первый стандартизированный алергочип, созданный по международным стандартам. ProAllergy — мультиплексный инструмент для *in vitro* диагностики аллергии, основанный на иммунофлуоресцентном анализе. Данная мультиплексная платформа позволяет одновременно выявить IgE-антитела к 100 аллергенам (экстрактам и аллергенным молекулам) с количественным анализом 36 экстрактов и 64 компонентов из 42 аллергенных источников.

Безусловно, методы определения специфических IgE (sIgE), особенно мультиплексные подходы в современной аллергологии, предоставляют ценную информацию для диагностики и дальнейшего планирования терапевтических стратегий. Актуальными и перспективными остаются разработка и внедрение отечественных методов диагностики аллергических заболеваний, в том числе и технологий алергочипирования, в лабораториях современного уровня в российских регионах. В будущем благодаря использованию отечественного микрочипа появится возможность охарактеризовать индивидуальные профили IgE-гиперчувствительности на территории всей страны и составить карты сенсibilизации с учетом географической специфики.

**Цель исследования** — оценить спектр сенсibilизации у взрослых пациентов Московского региона, страдающих респираторной аллергией, с помощью российской технологии молекулярной алергодиагностики (алергочипа).

## Методы

### Дизайн исследования

Проведено одноцентровое проспективное одномоментное выборочное контролируемое исследование, в котором изучали спектр сенсibilизации у 83 взрослых субъектов, проживающих в Московском регионе. Сыворотки 71 пациента с ранее установленным изолированным АР и АР с сопутствующей БА (АР + БА), а также 12 сывороток взрослых добровольцев без атопии были протестированы на наличие sIgE к 100 аллергенам методом мультиплексной технологии алергочипирования.

### Условия проведения

Исследование проведено на клинической базе кафедры аллергологии и иммунологии Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования — в клинко-диагностическом отделении Городской клинической больницы (ГКБ) № 24 (г. Москва).

## Продолжительность исследования

В период с июля 2025 г. по декабрь 2025 г. пациенты в возрасте старше 18 лет, посещавшие аллерголога в ГКБ № 24 и отвечавшие критериям включения/невключения, были приглашены для участия в исследовании. Биологический материал (сыворотки крови) был собран за данный период.

## Критерии соответствия

### Критерии включения:

- согласие пациентов и здоровых добровольцев, их готовность и способность соблюдать все аспекты протокола исследования;
- пациенты 18 лет и старше обоих полов с клиническим анамнезом АР и АР + БА с подтвержденной клинически значимой сенсibilизацией к 1 и более аллергенам (по уровню sIgE к причинно-значимым аллергенам или положительным результатам кожных тестов), проживающие в Московском регионе;
- группа сравнения — добровольцы 18 лет и старше обоих полов, не имеющие аллергических заболеваний и проживающие в Московском регионе.

### Критерии не включения:

- несогласие пациента на исследование;
- прием иммуносупрессоров или системных кортикостероидов на момент забора образцов крови.

*Критерий исключения:* отказ пациента от участия в исследовании в процессе его проведения.

## Описание медицинского вмешательства

Образцы крови в объеме 5 мл брали из локтевой вены пациентов одноразовой иглой в вакуумную пробирку EDTA K2/K3 с активатором свертывания натоцак в утренние часы в манипуляционном кабинете клиничко-диагностического отделения ГКБ № 24 после подписания добровольного информированного согласия. Венозную кровь отстаивали в пробирке при комнатной температуре в течение 20 мин до полного образования сгустка. После ретракции сгустка пробы центрифугировали при 3000 об/мин в течение 10 мин. Пробирка с сывороткой была промаркирована с указанием лаборатории, номера пациента, даты забора. Сыворотку немедленно отделяли и замораживали при температуре  $-70^{\circ}\text{C}$  до проведения анализа.

Сыворотки 71 пациента с респираторной аллергией и 12 сывороток добровольцев группы сравнения исследованы на наличие sIgE-антител. Для изучения молекулярного спектра IgE-сенсibilизации по представленным биообразцам проведено количественное одномоментное определение sIgE-антител к 36 экстрактам и 64 молекулам аллергенов (аллергокомпонентам) методом иммунофлуоресцентного анализа в лаборатории

«Юнимед Лабораториз», г. Москва. Результаты теста определяли количественно в стандартизованных единицах 0–17,5 kU/L (килоединиц на литр), положительным считали уровень sIgE  $\geq 0,34$  kU/L.

Референсные значения, используемые в аллергочипе:  $<0,34$  kU/L — не определяется; 0,35–0,69 kU/L — низкий уровень (1-й класс сенсibilизации); 0,7–3,49 kU/L — умеренный уровень (2-й класс); 3,5–17,49 kU/L — высокий уровень (3-й класс);  $>17,5$  kU/L — очень высокий уровень (4-й класс).

По результатам определения sIgE в сыворотке крови пациентов и здоровых добровольцев создана база данных. По положительным результатам проанализирован IgE-профиль у 71 пациента с учетом аллергопатологии и данных ранее проведенных исследований, доказывающих наличие сенсibilизации.

## Основной исход исследования

Согласно полученным результатам определен доминирующий спектр сенсibilизации к респираторным аллергенам у взрослых пациентов, проживающих в Московском регионе.

## Дополнительные исходы исследования

Проводили анализ типа сенсibilизации в исследуемых группах. Результаты показали превалирующую полисенсibilизацию в группе пациентов с изолированным АР и в группе больных АР + БА.

## Методы регистрации исходов

Иммунологическое определение sIgE проводили с помощью отечественного микрочипа ProAllergy (регистрационное удостоверение № РЗН 2024/23841 от 17 октября 2024 г., Москва). Анализ результатов иммунохимической реакции сывороток крови проводили с помощью анализатора биологических микрочипов LuxScan 10K-A. Результаты тестов обрабатывали с помощью программы MAPIX (разработчик — Франция, производитель — Китай), которая предоставляла ответы в единицах измерения sIgE (kU/L).

## Анализ в подгруппах

В исследовании приняли участие 83 взрослых субъекта (18 лет и старше) обоих полов. В 1-ю группу вошли 12 (14,4%) здоровых добровольцев без атопии; во 2-ю группу — 38 (45,8%) пациентов с изолированным АР; 3-ю группу составили 33 (39,8%) больных АР + БА. Пациенты 2-й и 3-й групп имели клинически значимую сенсibilизацию к сезонным и/или круглогодичным аллергенам.

## Статистический анализ

*Принципы расчета размера выборки.* Размер выборки предварительно не рассчитывали.

**Методы статистического анализа данных.** Для статистического анализа полученных данных использовали программное обеспечение SPSS Statistics 23.0 (IBM, США).

Результаты оценивали на нормальность распределения с помощью критерия согласия Колмогорова–Смирнова. В большинстве случаев распределение отличалось от нормального. Для описательной статистики использовали стандартные методы непараметрической статистики в виде медианы и верхней и нижней границ 95 % доверительного интервала [ $Q_5$ ;  $Q_{95}$ ]. При корреляционном анализе использовали коэффициент ранговой корреляции Кендалла. При поиске различий между группами использовали непараметрический критерий Джонкхиера–Терпстра. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Типы сенсibilизации кодировали следующим образом:

- 1-й тип — отсутствует;
- 2-й тип — моносенсibilизация;
- 3-й тип — полисенсibilизация.

## Результаты

### Объекты (участники) исследования

В исследовании приняли участие здоровые добровольцы и пациенты с респираторной аллергией (табл. 1). Значимых гендерных различий между группами не выявлено ( $p = 0,784$ ).

### Основные результаты исследования

В группе сравнения ни у одного обследованного субъекта сенсibilизации не выявлено. IgE-сенсibilизация  $\geq 0,34$  kU/L по крайней мере к одной из микроматричных молекул аллергена или экстракту обнаружена у 100 % пациентов с респираторными симптомами. Результаты анализа

спектра IgE-сенсibilизации к аэроаллергенам показали преобладание следующих основных молекул: аллергена пыльцы березы Bet v 1, ольхи Aln g, а также главной молекулы кошки Fel d 1 (1–4-й классы сенсibilизации) (рис. 1). Также в иерархии сенсibilизации доминировала молекула с перекрестной реактивностью, относящаяся к PR10 белкам — Cor a 1.04 (молекула фундука), ответственная за клинически значимую перекрестную пищевую аллергию у пациентов, страдающих весенним поллинозом.

Согласно полученным данным у взрослых пациентов с респираторной аллергией ( $n = 43$  (60,5 %)) превалировала сенсibilизация к главному аллергену пыльцы березы Bet v 1 (семейство белков PR-10). Следующая по частоте выявления — главная молекула фундука Cor a 1.04 ( $n = 32$  (45,0 %)). Этот аллерген относится к семейству аллергенов PR-10, которые перекрестно реагируют с основным аллергеном пыльцы березы Bet v 1; таким образом, данная сенсibilизация отражает частоту перекрестных реакций к растительным пищевым продуктам у пациентов с пыльцевой аллергией. Третьим по частоте выявления IgE ( $n = 26$  (36,6 %)) оказался главный аллерген пыльцы ольхи, белок группы PR-10 Aln g 1. На 4-м месте ( $n = 23$  (32,4 %)) был главный аллерген кошки Fel d 1. Далее следовал главный аллерген пыльцы тимopheевки луговой Phl p 1 ( $n = 20$  (28,2 %)).

Необходимо подчеркнуть главенствующую сенсibilизацию к Bet v 1 во 2-й и 3-й группах: высокий уровень сенсibilизации к этой молекуле выявлен у 14 (32,5 %) пациентов, очень высокий — у 21 (48,8 %). К молекуле Aln g 1 обнаружен в основном умеренный уровень сенсibilизации (2-й класс) — у 18 (69,2 %) больных (рис. 2).

При анализе спектра сенсibilизации к эпидермальным аллергенам мультиплексным методом часто распознаваемой молекулой оказался основной аллерген кошки.

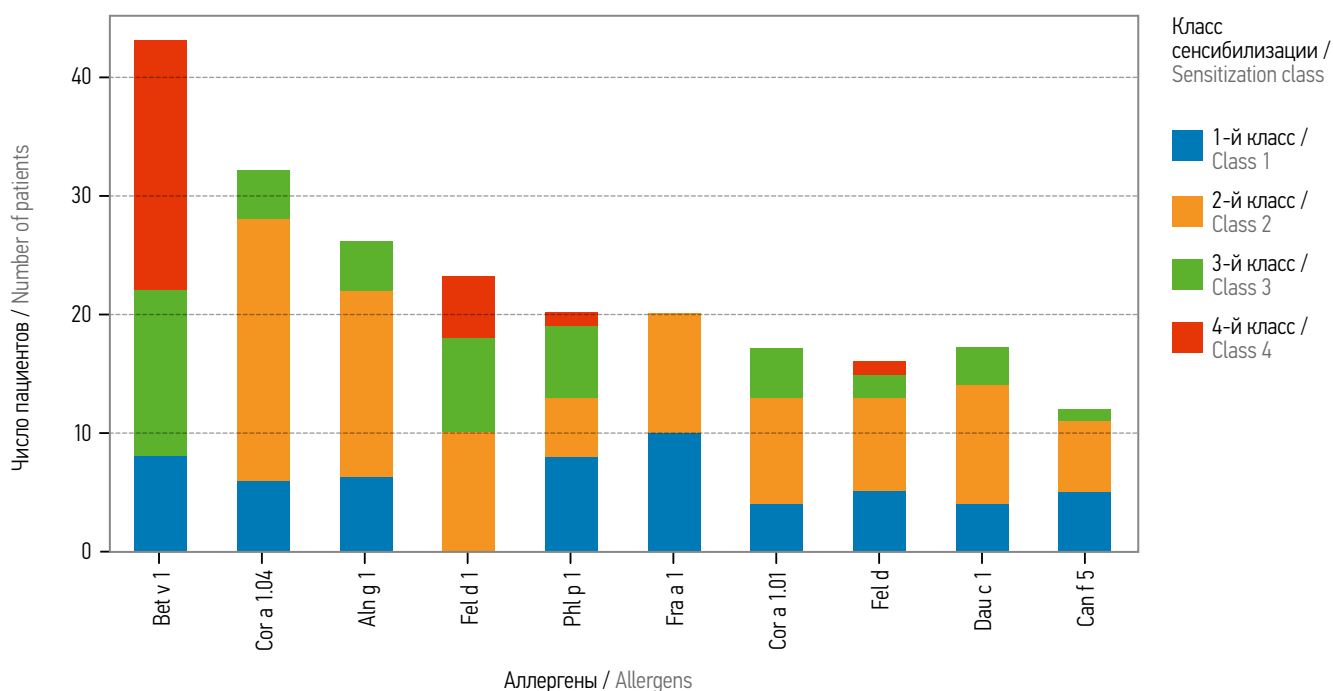
**Таблица 1.** Распределение групп участников по возрасту и полу

**Table 1.** Distribution of participant groups by age and gender

Группа Group	Медиана возраста [ $Q_5$ ; $Q_{95}$ ], лет Median age [ $Q_5$ ; $Q_{95}$ ], years	Мужчины, $n$ (%) Male, $n$ (%)	Женщины, $n$ (%) Female, $n$ (%)
Контрольная ( $n = 12$ (14,4 %)) Control ( $n = 12$ (14,5 %))	33 [28,1; 42,8]	5 (41,7)	7 (58,3)
АР ( $n = 38$ (45,8 %)) AR ( $n = 38$ (45,8 %))	39 [36,8; 43,4]	18 (45,8)	20 (55,2)
АР + БА ( $n = 33$ (39,8 %)) AR + BA ( $n = 33$ (39,8 %))	42 [38,4; 44,3]	14 (42,4)	19 (57,6)

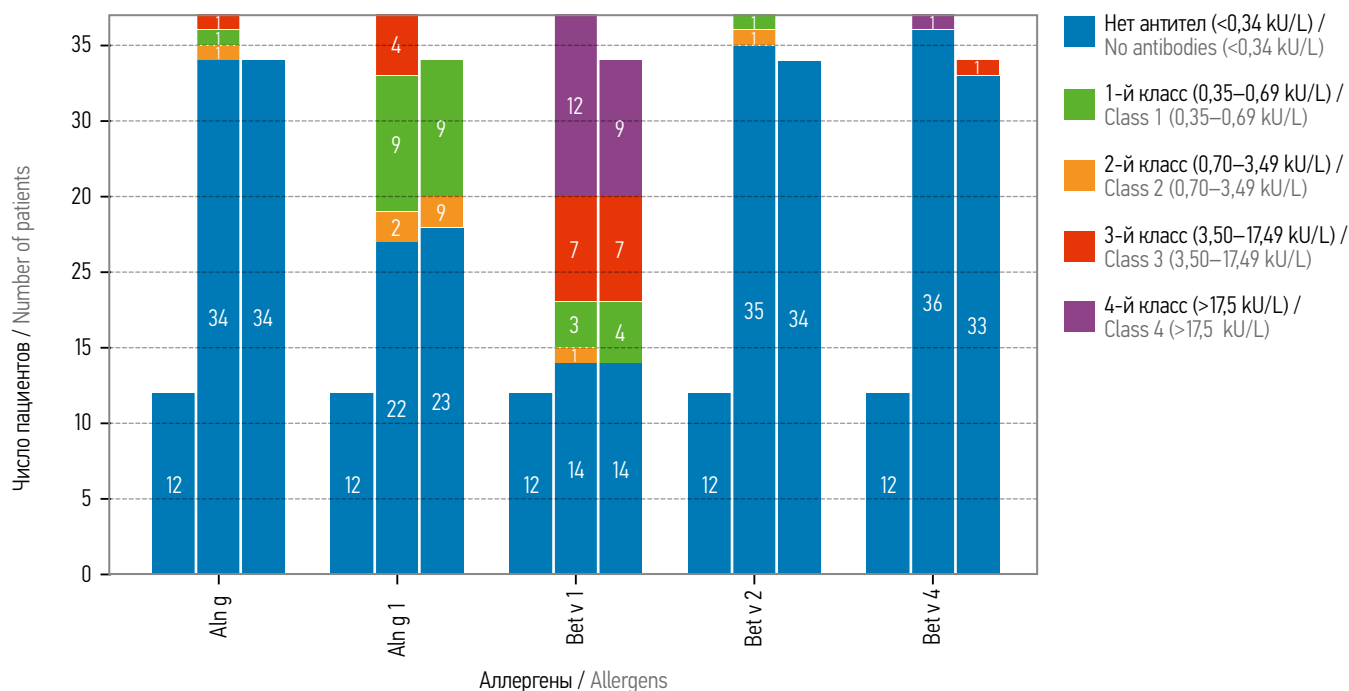
**Примечание.** АР — аллергический ринит; БА — бронхиальная астма.

**Note.** AR — allergic rhinitis; BA — bronchial asthma.



**Рис. 1.** Распределение главных аллергенных молекул, формирующих спектр сенсibilизации взрослых пациентов с респираторной аллергией в Московском регионе.

**Fig. 1.** Distribution of the main allergen molecules that form the sensitization spectrum of adult patients with respiratory allergies in the Moscow region.



**Рис. 2.** Сенсibilизация к аллергенам пыльцы деревьев в исследуемых группах.

**Fig. 2.** Sensitization to tree pollen allergens in the study groups.

Fel d 1 был доминирующей эпидермальной молекулой у обследованных пациентов, причем у 8 (34,7%) больных отмечен высокий уровень IgE, у 5 (21,7%) — очень высокий уровень (рис. 3).

По результатам одностороннего корреляционного анализа клинических проявлений мультиморбидного фенотипа AP + БА со степенью сенсibilизации выявлена зависимость увеличения вероятности формирования мультиморбидного

фенотипа АР + БА от увеличения класса сенсibilизации к выявляемым основным молекулам Bet v 1 и Fel d (для Bet v 1  $\tau_b = 0,202$ ;  $p = 0,02$ ; для Fel d  $\tau_b = 0,285$ ;  $p = 0,003$ ).

По данным анализа определялась IgE-чувствительность к аллергенам пыльцы злаковых трав (рис. 4). Из 71 обследо-

ванного пациента у 20 (28,2%) выявлена сенсibilизация к основному аллергену тимopheевки луговой (Phl p 1), реже (7 (9,9%) пациентов) — к Phl p 5. При этом высокий уровень IgE к Phl p 1 отмечен у 6 (30,0%) пациентов 2-й и 3-й групп, очень высокий уровень — у 1 (5,0%)

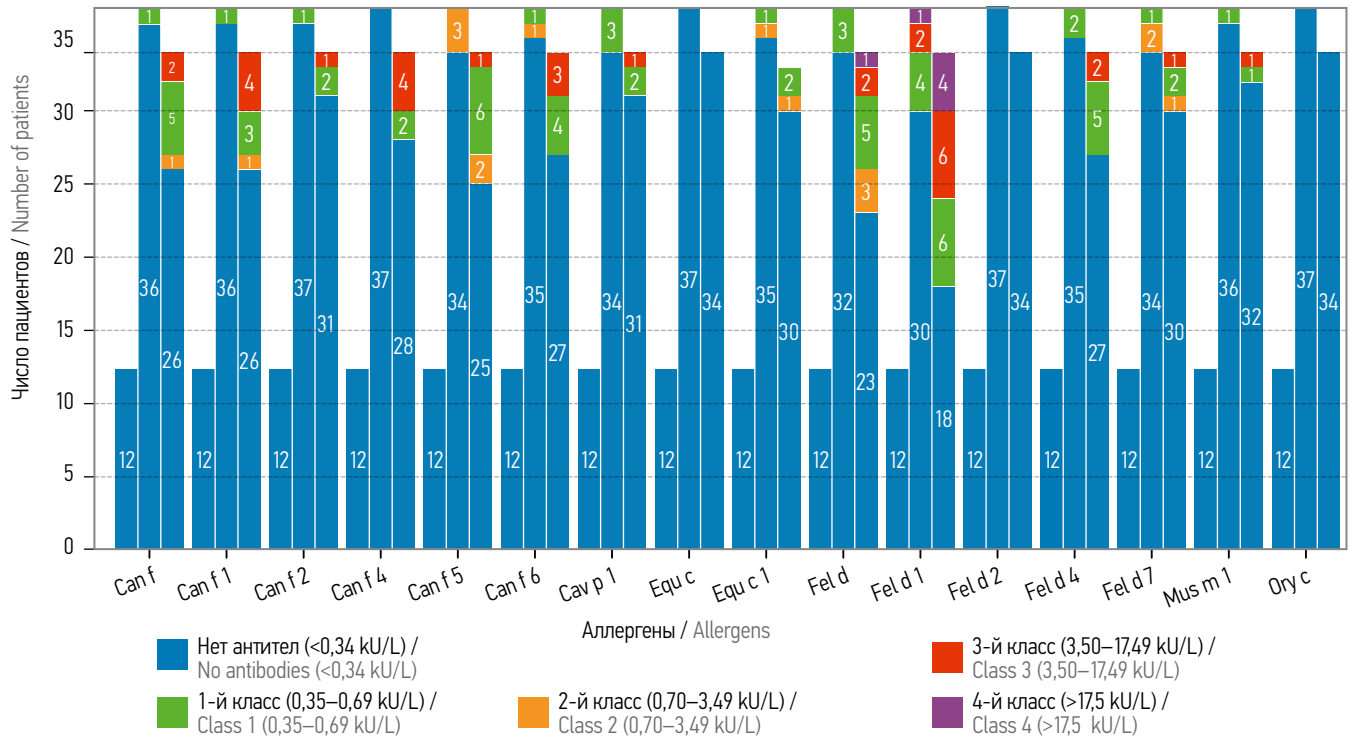


Рис. 3. Сенсibilизация к эпидермальным аллергенам в исследуемых группах.  
Fig. 3. Sensitization to epidermal allergens in the study groups.

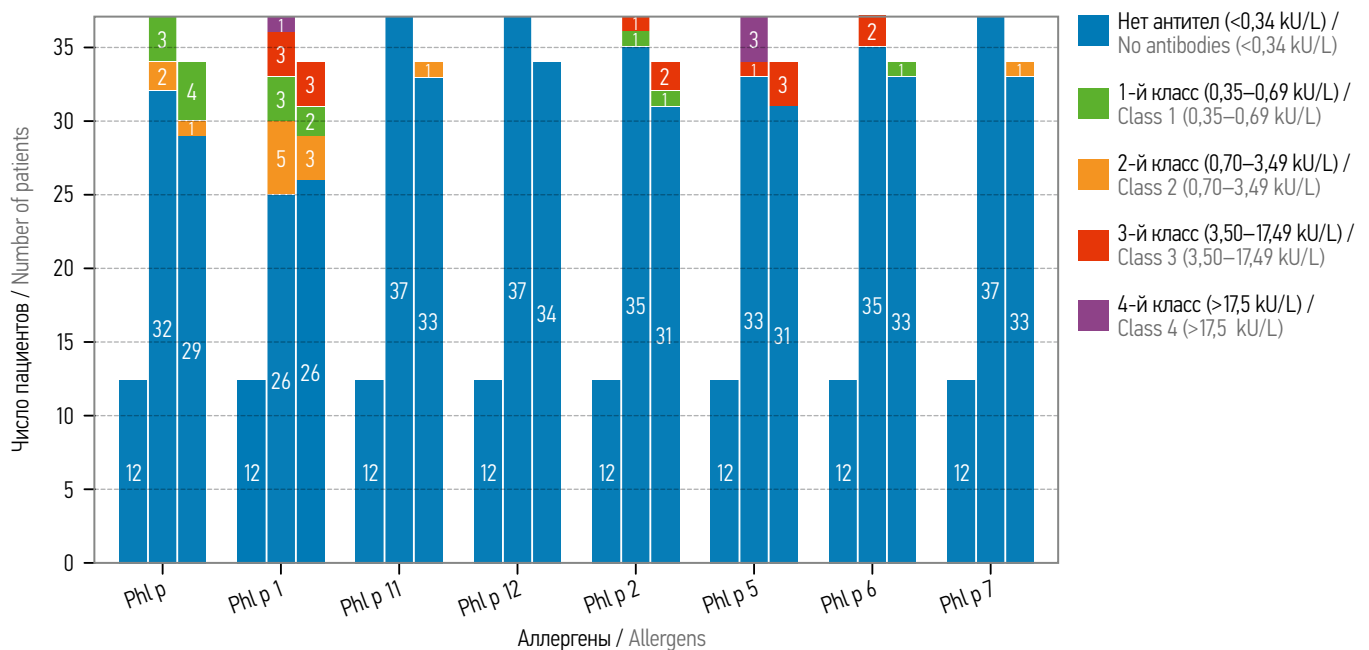


Рис. 4. Сенсibilизация к пыльце злаковых трав в исследуемых группах.  
Fig. 4. Sensitization to grass pollen in the study groups.

пациента. В свою очередь, высокий уровень IgE к Phl p 5 выявлен у 4 (57,1%) обследованных, очень высокий — у 3 (42,8%).

При анализе спектра IgE-сенсibilизации к аллергенам орехов и семян у пациентов 2-й и 3-й групп чувствительность выявлена только к молекулам фундука Cor a 1.04 и Cor a 1.01 — у 32 (45,0%) и 17 (23,9%) соответственно. В Московском регионе доминирует первичная сенсibilизация к Bet v 1. Перекрестная пищевая аллергия к орехам, овощам и фруктам у пациентов с сенсibilизацией к пыльце березы объясняется высокой гомологией белков PR10 продуктов растительного происхождения с Bet v 1. Таким образом, молекулярный спектр респираторной сенсibilизации оказывает прямое влияние на профили пищевой перекрестной аллергии.

### Дополнительные результаты исследования:

Применение мультиплексного иммунологического анализа позволило изучить спектр сенсibilизации по типам в исследуемых группах. Большинство пациентов 2-й (АР) и 3-й (АР + БА) групп (89,5 и 93,9% соответственно) имели полисенсibilизацию, меньшая доля пациентов имела моносенсibilизацию (10,5 и 6,1% соответственно) (рис. 5).

По результатам корреляционного анализа обнаружено, что чем больше количество молекул, к которым имеется сенсibilизация, тем выше вероятность формирования фенотипа АР + БА ( $\tau_b = 0,399$ ;  $p = 0,000$ ).

### Нежелательные явления

Нежелательные явления отсутствовали.

## Обсуждение

### Резюме основного результата исследования

Результаты анализа спектра IgE-сенсibilизации к аэро-аллергенам у взрослых пациентов с респираторными симптомами, проживающих в Московском регионе, показали преобладание следующих основных молекул аллергенов: пыльцы березы Bet v 1, фундука Cor a 1.04, пыльцы ольхи Aln g 1, а также главной молекулы кошки Fel d 1 и основного компонента тимopheевки Phl p 1 (1–4-й классы сенсibilизации).

### Обсуждение основного результата исследования

Нами проведено первое пилотное исследование, в котором анализировался широкий спектр IgE-сенсibilизации у взрослых пациентов с респираторными проявлениями аллергии, выявленный с помощью отечественного алергочипа. Результаты показали, что у большинства взрослых пациентов, проживающих в Московском регионе, имеется сенсibilизация одновременно к нескольким молекулам из разных источников аллергенов. Данная

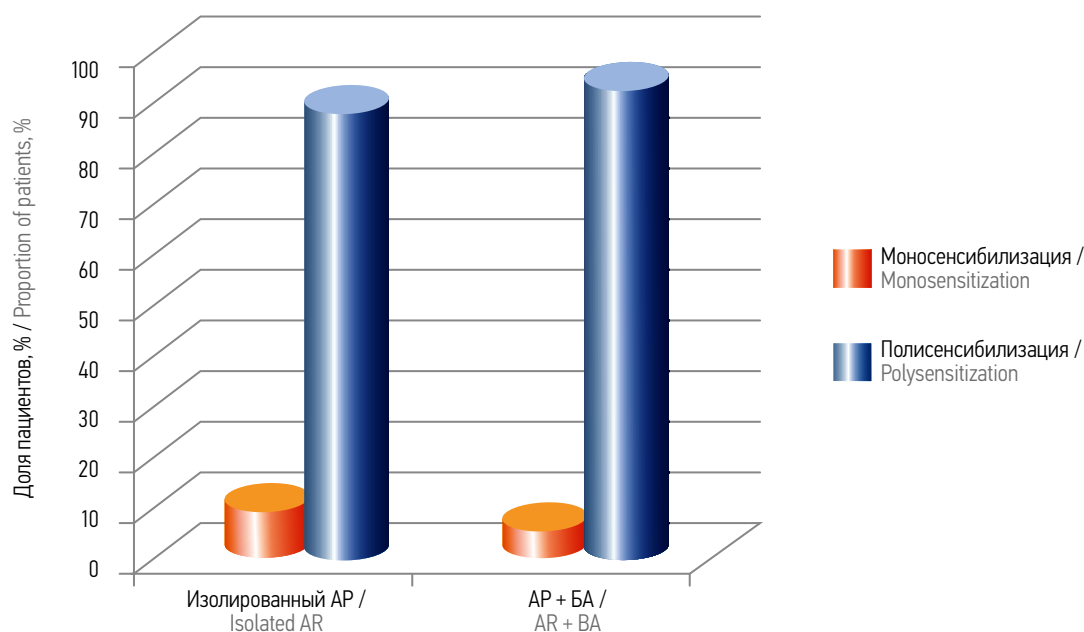


Рис. 5. Распределение типов сенсibilизации в исследуемых группах.

**Примечание.** АР — аллергический ринит; БА — бронхиальная астма.

Fig 5. Distribution of sensitization types in the study groups.

**Note.** AR — allergic rhinitis; BA — bronchial asthma.

когорта больных наиболее часто сенсибилизирована к следующим компонентам аллергенов в порядке убывания: пыльце березы *Bet v 1* ( $n = 43$  (60,5%)), фундуку *Cor a 1.04* ( $n = 32$  (45,0%)), пыльце ольхи *Aln g 1* ( $n = 26$  (36,6%)), аллергену кошки *Fel d 1* ( $n = 23$  (32,4%)), пыльце тимфеевки *Phl p 1* ( $n = 20$  (28,2%)). Аналогичные результаты ранее получены другими исследователями с помощью мультиплексного иммунологического анализа ImmunoCAP ISAC в педиатрической группе пациентов [13]. Авторы подробно описали особенности спектра IgE-сенсибилизации и распространенность к отдельным аллергенным молекулам у 160 детей (0–17 лет) с различными вариантами атопического фенотипа в Московской агломерации. Согласно заключению исследователей наиболее часто пациенты были сенсибилизированы к аллергену пыльцы березы *Bet v 1* ( $n = 95$  (66%)), пыльцы ольхи *Aln g 1* ( $n = 72$  (50,3%)), фундуку *Cor a 1.01* ( $n = 69$  (48,3%)) и аллергену кошки *Fel d 1* ( $n = 61$  (42,7%)). Сенсибилизация к каким-либо компонентам аллергенов кошек и/или собак выявлена у 79,7% пациентов. Бессимптомная сенсибилизация к аллергенам кошки отмечалась у 35,8%, собаки — у 40% пациентов [13].

Аналогичные данные продемонстрированы еще в одном недавнем исследовании у детей с респираторными проявлениями аллергии и без таковых, проживающих в Московской области. Авторы изучали наличие IgE, специфичного более чем к 160 микроматричным молекулам аллергенов, с использованием технологии ImmunoCAP ISAC [14]. IgE-сенсибилизация  $\geq 0,3$  ISU по крайней мере к одной из микроматричных молекул аллергена обнаружена у 100% детей с симптомами и у 36% детей без симптомов. У детей с симптомами и без симптомов наблюдался сопоставимый профиль IgE-сенсибилизации, однако частота IgE-сенсибилизации и уровни IgE к отдельным молекулам аллергена были выше у детей с симптомами. Сенсибилизация главным образом проявлялась к основному аллергену пыльцы березы *Bet v 1* и основному аллергену кошки *Fel d 1*. Причем эти молекулы были распознаны более чем у 60% детей с клиническими симптомами [14]. Высокий уровень сенсибилизации к этим 2 молекулам весьма сходен с профилями сенсибилизации, наблюдаемыми в Скандинавии [15].

Таким образом, сенсибилизация к пыльце деревьев и аллергену кошки — самые часто встречаемые в нашем регионе [13, 14]. Следует подчеркнуть, что *Bet v 1* (белок PR10) является наиболее клинически значимым аллергеном у пациентов с аллергией на пыльцу деревьев в Московском регионе. Выявленная сенсибилизация к *Fel d 1* в раннем детстве является возможным предиктором развития БА в будущем [16].

Вместе с тем у 20 (28,2%) пациентов, включенных в наше исследование, выявлена сенсибилизация к основному аллергену тимфеевки *Phl p 1*, реже — к *Phl p 5* ( $n = 7$  (9,9%)), что

сопоставимо с данными исследования в детской популяции [13]. По данным исследователей, у детей выявлена сенсибилизация к *Phl p 1* ( $n = 47$  (33%)) и *Phl p 5* ( $n = 17$  (11,9%)) с использованием технологии ImmunoCAP ISAC [13].

При оценке сенсибилизации к орехам и семенам показана чувствительность к молекулам фундука *Cor a 1.04* и *Cor a 1.01*, относящимся к семейству аллергенов PR-10 (32 (45,0%) и 17 (23,9%) пациентов соответственно). Сенсибилизация к пищевым аллергенам была обусловлена перекрестной сенсибилизацией к пыльце (белкам PR10 *Bet v 1* и *Cor a 1.01*) и пищевым аллергенам, в нашем случае — к лесному ореху (*Cor a 1.04*), что приводит к клиническим проявлениям перекрестной пищевой аллергии. В российском исследовании, проведенном в 2023 г., изучалась оценка влияния сенсибилизации к *Bet v 1* и белкам PR10 на клинические проявления перекрестной пищевой аллергии у взрослых пациентов с помощью комплексного иммунологического анализа ImmunoCAP ISAC. При анализе профиля сенсибилизации к аллергенам PR10 обнаружены сходные паттерны в группах как с перекрестной пищевой аллергией, так и без таковой. Авторами также показано, что концентрации sIgE были выше в группе пациентов с перекрестной пищевой аллергией: у 100% пациентов обнаружены sIgE к аллергенам яблока *Mal d 1*, лесного ореха *Cor a 1.0401* и арахиса *Ara h 8* в титре выше 0,34 ISU-E [17].

По нашим данным, большинство пациентов 2-й (AP) и 3-й (AP + БА) групп имеют полисенсибилизацию (89,5 и 93,9% случаев соответственно). В аллергологической практике проблема полисенсибилизации актуальна и сопряжена с рядом сложностей. В недавнем французском исследовании описаны модели сенсибилизации и сопутствующие аллергические заболевания у взрослых пациентов с тяжелой астмой: у 38 (26,8%) больных выявлена моносенсибилизация, у 104 (73,2%) — полисенсибилизация. Исследователи подчеркнули, что среди полисенсибилизированных пациентов значительно больше лиц, имеющих как минимум 3 сопутствующих аллергических заболевания [18]. Известно, что с возрастом происходит расширение спектра сенсибилизации, присоединяются новые клинические проявления, как правило, отмечаются частые обострения или увеличение тяжести аллергических заболеваний. Поэтому ранняя диагностика и проведение углубленного комплексного исследования — необходимые условия для предотвращения прогрессирования атопической патологии и выбора адекватного лечения. Внедрение технологии микрочипов, на которые нанесено большое количество очищенных натуральных или рекомбинантных молекул, — пример дальнейшего развития диагностики аллергических заболеваний. Такие микрочипы представляют собой мощный инструмент для скрининга IgE-реактивности, который позволяет определить полный (расширенный) спектр сенсибилизации пациентов.

Выявление сенсibilизации и косенсibilизации к видо-специфичным и перекрестно-реагирующим компонентам аллергенов особенно важно в случае принятия решений о применении аллергенспецифической иммунотерапии [19].

### Ограничения исследования

Ограничением нашего исследования можно считать одноцентровый характер, так как это первое пилотное исследование с отечественным иммунологическим анализом, а также малую выборку в группах.

## ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ / ADDITIONAL INFORMATION

**Источник финансирования.** Исследование проведено при поддержке ООО «Медицинские технологии», г. Москва. Это не повлияло на мнение авторов.

**Раскрытие интересов.** Н.М. Ненашева является членом редакционной коллегии Российского аллергологического журнала, но не имеет отношения к решению о публикации данной статьи. Остальные авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведенным исследованием и публикацией настоящей статьи.

**Вклад авторов.** О.В. Себекина — разработка дизайна исследования, сбор и обработка материала, статистическая обработка данных, написание текста статьи; Н.М. Ненашева — разработка концепции и дизайна исследования; написание и редактирование текста статьи; М.Ю. Передельская — сбор и обработка материала, статистическая обработка данных. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

**Этическая экспертиза.** Исследование одобрено независимым этическим комитетом Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования (протокол № 9 от 25.06.2025). Все пациенты подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании и проведение лабораторного исследования. Исследование проводилось в соответствии с этическими принципами, заложенными в Хельсинкской декларации, ICH GCP, GPP. Вся информация об участниках является строго конфиденциальной и используется в научно-практических целях.

## Заключение

Понимание различий в профилях сенсibilизации в каждой возрастной группе и регионе проживания на уровне молекулярных аллергенов необходимо для диагностики аллергии и выбора персонализированного лечения. Важно в перспективе накапливать больший объем данных о спектре IgE-сенсibilизации пациентов с аллергическими заболеваниями по всем регионам России с помощью отечественных диагностических разработок, таких как представленный аллергочип.

**Генеративный искусственный интеллект.** При создании настоящей статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.

**Funding source.** The study was supported by Medical Technologies, Moscow. This did not influence the authors' opinions.

**Disclosure of interests.** N.M. Nenasheva is a member of the editorial board of the Russian Journal of Allergy, but has nothing to do with the decision to publish this article. The remaining authors declare no obvious or potential conflicts of interest related to the research conducted and the publication of this article.

**Authors' contributions.** O.V. Sebekina — design development, material collection and processing, statistical analysis, writing the article; N.M. Nenasheva — concept and design development, writing and editing the article; M.Yu. Peredelskaya — material collection and processing, statistical analysis. All authors confirm that their authorship complies with the international ICMJE criteria (all authors made a significant contribution to the development of the concept, conduct of the study, and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

**Ethics approval.** The study was approved by the independent ethics committee of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education (protocol No. 9 dated June 25, 2025). All patients signed a voluntary informed consent form for participation in the study and laboratory testing. The study was conducted in accordance with the ethical principles outlined in the Helsinki Declaration, ICH GCP, and GPP. All participant information is strictly confidential and is used for scientific and practical purposes.

**Generative AI.** No generative AI technologies were used to prepare this article.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Ansoategui IJ, Melioli G, Canonica GW, et al. IgE allergy diagnostics and other relevant tests in allergy, a World Allergy Organization position paper. *World Allergy Organ J.* 2020;13(2):100080. doi: 10.1016/j.waojou.2019.100080 EDN: UCHPGJ
2. Garib V, Wollmann E, Djambekova G, et al. Possible effect of landscape design on IgE recognition profiles of two generations revealed with micro-arrayed allergens. *Allergy.* 2017;72(10):1579–1582. doi: 10.1111/all.13169 EDN: XNAATK
3. Curin M, Garib V, Valenta R. Single recombinant and purified major allergens and peptides: how they are made and how they change allergy diagnosis and treatment. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2017;119(3):201–209. doi: 10.1016/j.anaai.2016.11.022 EDN: YHRICJ
4. Hiller R, Laffer S, Harwanegg C, et al. Microarrayed allergen molecules: diagnostic gatekeepers for allergy treatment. *FASEB J.* 2002;16(3):414–416. doi: 10.1096/fj.01-0711fj

5. Douladiris N, Garib V, Piskou K, et al. Molecular allergy diagnosis: a potential tool for the assessment of severity of grass pollen-induced rhinitis in children. *Pediatr Allergy Immunol.* 2019;30(8):852–855. doi: 10.1111/pai.1310722 EDN: BACCMZ
6. Roberts G, Fontanella S, Selby A, et al. Connectivity patterns between multiple allergen specific IgE antibodies and their association with severe asthma. *J Allergy Clin Immunol.* 2020;146(4):821–830. doi: 10.1016/j.jaci.2020.02.031 EDN: OGSLLS
7. Sastre-Ibañez M, Sastre J. Molecular allergy diagnosis for the clinical characterization of asthma. *Expert Rev Mol Diagn.* 2015;15(6):789–799. doi: 10.1586/14737159.2015.1036745
8. Dzhambekova GS, Katsamaki SP, Garib VF. Passport of sensitization of schoolchildren as a tool for the prevention of asthma. *Russian Journal of Allergy.* 2019;16(3):46–51. (In Russ.) doi: 10.36691/RJA1209 EDN: UEEMZT
9. López-Freire S, Méndez-Brea P, González-Fernández T, et al. Interference of *Dermatophagoides pteronyssinus* sensitization in grass pollen allergy. *Eur Ann Allergy Clin Immunol.* 2021;53(4):185–190. doi: 10.23822/EurAnnACI.1764-1489.159 EDN: XBDRQA
10. Akhapkina IG. Sensitization profile to inhaled allergens in the Moscow region. *Immunologiya.* 2024;45(4):465–472. (In Russ.) doi: 10.33029/1816-2134-2024-45-4-465-472 EDN: SPRKRE
11. Vorontsova IM, Potayevich YuA, Syrovitseva AA, Sokolova AV. Determination of the main spectrum of allergen sensitization among patients from Yaroslavl, Russia. *Immunopathology, Allergology, Infectology.* 2018;(1):35–39. doi: 10.14427/jipai.2018.1.35 EDN: YKXAXZ
12. Mazokha KS, Manzhos MV, Khabibulina LR, et al. Assessing prevalence and clinical and allergological characteristics of fungal sensitization in Samara City. *Russian Journal of Immunology.* 2020;23(4):461–466. doi: 10.46235/1028-7221-452-APA EDN: FILJJV
13. Levina JG, Kalugina VG, Efendieva KE, et al. The prevalence of sensitization profiles to various allergens in children in the Moscow metropolitan area. *Annals of the Russian Academy of Medical Sciences.* 2023;78(5):467–482. doi: 10.15690/vramn10923 EDN: AGISPY
14. Elisyutina O, Lupinek C, Fedenko E, et al. IgE-reactivity profiles to allergen molecules in Russian children with and without symptoms of allergy revealed by micro-array analysis. *Pediatr Allergy Immunol.* 2021;32(2):251–263. doi: 10.1111/pai.13354 EDN: ZEPOYP
15. Asarvoj A, Hamsten C, Wadén K, et al. Sensitization to cat and dog allergen molecules in childhood and prediction of symptoms of cat and dog allergy in adolescence: a BAMSE/MeDALL study. *J Allergy Clin Immunol.* 2016;137(3):813–821.e7. doi: 10.1016/j.jaci.2015.09.052.15
16. Smejda K, Jerzynska J, Podlecka D, Brzozowska A. Sensitization to cat and dog components and prediction of symptoms in cat-sensitized children. *Asian Pac J Allergy Immunol.* 2024;42(2):165–170. doi: 10.12932/AP-070920-0953 EDN: LWUDKO
17. Litovkina AO, Byazrova MG, Smolnikov EV, et al. Characteristics of the molecular sensitization profiles in patients with birch pollen allergy and cross-reactive food allergy to PR-10 proteins. *Russian Journal of Allergy.* 2023;20(4):464–475. doi: 10.36691/RJA16901 EDN: ADQLAD
18. Gueçamburu M, Dupont A, Djidonou B, et al. Monosensitization vs polysensitization in severe asthma: implications for disease severity. *J Asthma Allergy.* 2025;18:683–694. doi: 10.2147/JAA.S502442
19. Calderón MA, Cox L, Casale TB, et al. Multiple-allergen and single-allergen immunotherapy strategies in polysensitized patients: looking at the published evidence. *J Allergy Clin Immunol.* 2012;129(4):929–934. doi: 10.1016/j.jaci.2011.11.019

## Об авторах / Authors' info

\* Себекина Оксана Владимировна, канд. мед. наук, доцент;

\* Oksana V. Sebekina, MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor;

адрес: Россия, 125993, Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1;

address: bldg 1, 2/1 Barrikadnaya st, Moscow, Russia, 125993;

ORCID: 0000-0002-3508-9602; eLibrary SPIN: 2922-9398; e-mail: sebskin1@mail.ru

Ненашева Наталья Михайловна, д-р мед. наук, профессор;

Natalya M. Nenashева, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;

ORCID: 0000-0002-3162-2510; eLibrary SPIN: 3363-6170; e-mail: 1444031@gmail.com

Передельская Марина Юрьевна, канд. мед. наук, доцент;

Marina Yu. Peredelskaya, MD, Cand. Sci. (Medicine), Associate Professor;

ORCID: 0000-0003-2682-8108; eLibrary SPIN: 3336-5507; e-mail: concy1984@gmail.com

\* Автор, ответственный за переписку

\* Corresponding author