

## СЕРОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ИММУННОГО СТАТУСА К ВИРУСУ ГЕПАТИТА В В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОЙ ВАКЦИНАЦИИ



<sup>1</sup>В. С. Высоцкая, <sup>2</sup>Н. Д. Коломиец, <sup>1</sup>И. Н. Глинская, <sup>3</sup>О. Н. Романова, <sup>4</sup>Е. В. Гапеенко

<sup>1</sup>Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, Минск, Беларусь

<sup>2</sup>Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», Минск, Беларусь

<sup>3</sup>Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь

<sup>4</sup>Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской онкологии им. Н. Н. Александрова, аг. Лесной, Минский район, Беларусь

**Введение.** Значительная доля хронических заболеваний печени, обусловленных гепатитом В и связанных с ними неблагоприятных исходов, остается одной из ключевых глобальных проблем здравоохранения. В условиях длительной реализации программ плановой вакцинации оценка популяционного иммунного статуса приобретает ключевое значение для эпидемиологического слежения.

**Цель исследования** – оценить структуру иммунного статуса к вирусу гепатита В (HBV) в условиях реализации длительных программ вакцинации на основе сочетаний маркеров anti-HBs и anti-HBc.

**Материал и методы.** Проведено поперечное (cross-sectional) серо-эпидемиологическое исследование с ретроспективным анализом результатов иммунного статуса к HBV среди населения Республики Беларусь. Определение серологических маркеров проводилось методом иммуноферментного анализа с выявлением HBsAg, антител к поверхностному антигену вируса (anti-HBs) и суммарных антител к HB-core антигену (anti-HBc). Первичными аналитическими точками являлись наличие anti-HBs и anti-HBc, вторичными – их сочетания и взаимосвязь с возрастом и прививочным статусом. Серопротективной концентрацией anti-HBs в сыворотке крови считали 10 мМЕ/мл и выше.

**Результаты.** В общей когорте обследованных (n=1548) протективный уровень anti-HBs выявлен у 54,26% (95% ДИ: 51,77–56,73) лиц, что отражает долю лиц в популяции с признаками сформированного иммунитета. Дополнительно установлено, что доля лиц с признаками контакта с вирусом (anti-HBc+, включая сочетание с anti-HBs) составляет 15,65% (95% ДИ: 13,77–17,63), что достоверно превышает долю постинфекционного иммунитета и обусловлено наличием группы лиц с изолированными anti-HBc. Это указывает на значимый вклад в формирование иммунной прослойки естественной циркуляции вируса.

**Заключение.** У населения Республики Беларусь установлена серологическая неоднородность популяционно-иммунитета в разных возрастных группах, на разных административных территориях, состоянии прививочного анамнеза. Иммунная структура популяции в отношении HBV включает поствакцинальный и постинфекционный компоненты, а также группу лиц с неопределенным иммунным статусом, что целесообразно учитывать при эпидемиологическом слежении за гепатитом В.

**Ключевые слова:** гепатит В, HBV, HBsAg, anti-HBs, anti-HBc, вакцинация, протективный уровень антител

## SEROLOGICAL STRUCTURE OF IMMUNE STATUS TO HEPATITIS B VIRUS UNDER LONG-TERM VACCINATION

<sup>1</sup>V. V. Vysotskaya, <sup>2</sup>N. D. Kolomiets, <sup>1</sup>I. N. Glinskaya, <sup>3</sup>O. N. Romanova, <sup>4</sup>E. V. Gapeenko

<sup>1</sup>Republican Center for Hygiene, Epidemiology and Public Health, Minsk, Belarus

<sup>2</sup>Institute for Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel of the Educational Institution "Belarusian State Medical University", Minsk, Belarus;

<sup>3</sup>Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

<sup>4</sup>N. N. Alexandrov National Cancer Centre of Belarus, Lesnoy, Minsk District, Belarus

<sup>5</sup>Grodno State Medical University, Grodno, Belarus

**Background.** A significant proportion of hepatitis B virus-related chronic liver diseases and their adverse outcomes remain a major global health challenge. Under implementation of long-term routine vaccination programs, population immune status assessment is crucial for epidemiological surveillance.

**Objective.** To assess the structure of population immune status to hepatitis B virus (HBV) based on combinations of anti-HBs and anti-HBc markers under implementation of long-term vaccination programs.

**Material and methods.** A cross-sectional seroepidemiological study with a retrospective analysis of HBV immune status was conducted among the population of the Republic of Belarus. Serological markers were determined using an enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for detection of HBsAg, antibodies to the viral surface antigen (anti-HBs), and total antibodies to the HB-core antigen (anti-HBc). The primary endpoints were the presence of anti-HBs and anti-HBc, while the secondary endpoints were their combination and association with age and vaccination status. A serum anti-HBs concentration of 10 mIU/mL or higher was considered seroprotective.

**Results.** In the total cohort of 1,548 individuals examined, protective anti-HBs levels were detected in 54.26% (95% CI 51.77–56.73), reflecting the proportion of individuals in the population with signs of established immunity. Additionally, the proportion of individuals with signs of exposure to the virus (anti-HBc+, including those combined with anti-HBs) accounted to 15.65% (95% CI 13.77–17.63), significantly exceeding the proportion of post-infection immunity and reflecting the presence of a group of individuals with isolated anti-HBc. This indicates a significant contribution of natural circulation of the virus to the immunity formation.

**Conclusion.** Serological heterogeneity of population immunity has been established in the population of the Republic of Belarus across different age groups, administrative territories, and vaccination statuses. The population immune structure regarding HBV includes post-vaccination and post-infection components, as well as a group of individuals with uncertain immune status, which should be considered in hepatitis B surveillance.

**Keywords:** hepatitis B, HBV, HBsAg, anti-HBs, anti-HBc, vaccination, protective antibody level

**Автор, ответственный за переписку:** Высоцкая Вероника Станиславовна, государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», e-mail: w-veronika@outlook.com,

**Для цитирования:** Серологическая структура иммунного статуса к вирусу гепатита В в условиях длительной вакцинации / В. С. Высоцкая, Н. Д. Коломиец, И. Н. Глинская, О. Н. Романова, Е. В. Гапеенко, В. М. Цыркунов // Гепатология и гастроэнтерология. 2026. Т. 10, № 1. С. 27-33. <https://doi.org/10.25298/2616-5546-2026-10-1-27-33>.

**Corresponding author:** Vysotskaya Veronika S., Republican Center for Hygiene, Epidemiology and Public Health, e-mail: w-veronika@outlook.com

**For citation:** Vysotskaya VV, Kolomiets ND, Glinskaya IN, Romanova ON, Gapeenko EV, Tsykunov VM. Serological structure of immune status to hepatitis B virus under long-term vaccination. *Hepatology and Gastroenterology*. 2026;10(1):27-33. <https://doi.org/10.25298/2616-5546-2026-10-1-27-33>.

## Введение

Вирусный гепатит В (ВГВ) продолжает оставаться одной из ключевых глобальных проблем здравоохранения, определяя значительную долю хронических заболеваний печени и связанных с ними неблагоприятных исходов. По оценкам Всемирной организации здравоохранения по состоянию на 2022 год более 250 миллионов человек живут с хронической HBV-инфекцией, а обусловленная ее осложнениями ежегодная смертность превышает 1 млн случаев [1, 2].

Вакцинация против ВГВ является основным инструментом контроля инфекции и за период ее широкого применения привела к существенному снижению заболеваемости, особенно в детских возрастных когортах [3–6].

В странах с длительной реализацией программ плановой вакцинации отмечается изменение проявлений эпидемического процесса и смещение заболеваемости в старшие возрастные группы [2, 6].

В Республике Беларусь вакцинация против ВГВ реализуется в рамках универсальной иммунизации детей и вакцинации групп риска, что обеспечило достижение контролируемого уровня эпидемического процесса и крайне низкую распространенность HBsAg среди вакцинированных когорт [7–9].

В этих условиях оценка популяционного иммунного статуса приобретает ключевое значение для эпидемиологического слежения. Традиционно в качестве основного показателя использует-

ся определение наличия антител к HBsAg (anti-HBs), отражающих сформированный иммунитет независимо от его происхождения [9].

Вместе с тем использование только одного серологического маркера имеет принципиальные ограничения. Снижение уровня anti-HBs с течением времени не свидетельствует об утрате иммунологической защиты и связано с сохранением иммунологической памяти [10–13], что затрудняет интерпретацию результатов популяционных исследований.

Дополнительную информацию о циркуляции вируса предоставляет выявление антител к HBcAg (anti-HBc), отражающих факт контакта с вирусом, включая бессимптомные формы инфекции [10–13]. При этом сочетание anti-HBs и anti-HBc свидетельствует о перенесенной инфекции с формированием иммунитета.

Особое значение имеет группа лиц с изолированными anti-HBc, интерпретация которой остается неоднозначной. Данный профиль может отражать различные состояния, включая перенесенную инфекцию с утратой anti-HBs, серологическое окно или occultную HBV-инфекцию, и не может рассматриваться однозначно как признак сформированной защиты [14, 15].

Таким образом, использование только маркера anti-HBs для оценки популяционного иммунитета может приводить к его переоценке. Анализ сочетаний серологических маркеров позволяет более точно охарактеризовать структуру иммунного статуса популяции.

**Цель исследования** – оценить структуру иммунного статуса к ВГВ в условиях реализации длительных программ вакцинации на основе сочетаний маркеров anti-HBs и anti-HBc.

### Материал и методы

Исследование выполнено в рамках серо-эпидемиологического анализа иммунного статуса к ВГВ среди населения Республики Беларусь. Дизайн исследования – поперечное исследование (cross-sectional) с ретроспективным анализом результатов серологического обследования.

В исследование включены 1548 образцов сыворотки крови лиц различных возрастных групп, полученных в ходе серо-эпидемиологического обследования. Формирование выборки осуществлялось с учетом возрастной структуры и доступности данных в медицинской документации, указывающих на отсутствие ранее перенесенной HBV-инфекции.

Определение серологических маркеров проводилось методом ИФА с выявлением HBsAg, anti-HBs и суммарных антител к HBcAg (anti-HBc).

Интерпретация результатов осуществлялась в соответствии с общепринятыми подходами к серо-эпидемиологическим исследованиям HBV-инфекции. Первичными аналитическими точками являлись наличие anti-HBs и anti-HBc, вторичными – их сочетания и взаимосвязь с возрастом и прививочным статусом. Серопротективной концентрацией anti-HBs в сыворотке крови считали 10 мМЕ/мл и выше.

Оценка иммунного статуса проводилась на основе анализа сочетаний серологических маркеров. К иммунным относили лиц с наличием anti-HBs независимо от наличия anti-HBc, включая поствакцинальный (anti-HBs+, anti-HBc-) и постинфекционный (anti-HBs+, anti-HBc+) профили.

Лица с наличием изолированных anti-HBc (anti-HBs-, anti-HBc+) рассматривались как группа с неопределенным иммунным статусом и не включались в категорию иммунных в связи с невозможностью однозначной интерпретации, включая вероятность оккультной инфекции.

Лица без серологических маркеров (anti-HBs-, anti-HBc-) рассматривались как серонегативные.

Для каждого профиля рассчитывали абсолютные и относительные показатели с определением 95% доверительных интервалов. Оценка различий между группами проводилась с использованием критерия  $\chi^2$ . Статистически значимыми считались различия при  $p < 0,05$ .

Статистическая обработка данных выполнялась с использованием программ Statistica (StatSoft Inc., США), MS Excel 2010.

### Результаты и обсуждение

В общей когорте ( $n=1548$ ) протективный уровень anti-HBs выявлен у 54,26% (95% ДИ:

51,77–56,73) обследованных, что отражало долю лиц в популяции с признаками сформированного иммунитета. При обследовании 1365 лиц anti-HBc обнаружены у 15,65% (95% ДИ: 13,77–17,63), что свидетельствует о наличии контакта с вирусом у этих лиц.

Анализ сочетаний серологических маркеров позволил охарактеризовать структуру иммунного статуса к ВГВ населения (табл. 1).

Дополнительно установлено, что доля лиц с признаками контакта с вирусом (anti-HBc+, включая сочетание с anti-HBs) составила 15,65%, что достоверно превышало долю лиц с постинфекционным иммунитетом и обусловлено наличием группы лиц с изолированными anti-HBc. Это указывает на значимый вклад в формирование иммунной прослойки естественной циркуляции вируса. При этом соотношение поствакцинального и постинфекционного иммунитета составило 4,3:1, что отражало доминирующее влияние вакцинации при сохраняющемся участии естественного инфекционного процесса.

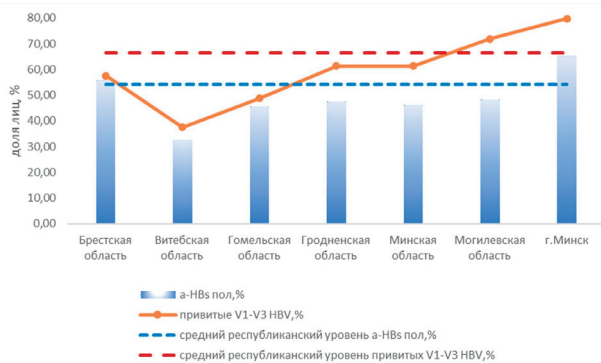
К иммунным отнесены лица с наличием anti-HBs, включая поствакцинальный (anti-HBs+, anti-HBc-) и постинфекционный (anti-HBs+, anti-HBc+) профили. Преобладал поствакцинальный профиль – 44,03% (95% ДИ: 41,37–46,71), тогда как доля постинфекционного составила 10,26% (95% ДИ: 8,70–11,99). Группа лиц с изолированными anti-HBc (anti-HBs-, anti-HBc+), рассматриваемая как неопределенная по иммунному статусу, составила 5,35% (95% ДИ: 4,22–6,68). Серонегативный профиль (anti-HBs-, anti-HBc-) выявлен у 40,37% (95% ДИ: 37,75–43,02) обследованных.

Уровень серопротекции варьировал по регионам и коррелировал с долей вакцинированных, что свидетельствовало о выраженной неоднородности популяционного иммунитета к HBV (рис. 1).

**Таблица 1** – Иммунологическая структура по сочетанию серологических маркеров ВГВ (anti-HBs и anti-HBc) участников исследования

**Table 1.** – Immunological structure by the combination of serological markers of hepatitis B (anti-HBs and anti-HBc) of study participants

Иммунологический профиль пациентов	Количество лиц, (n)	Доля лиц, %	95% ДИ
Поствакцинальный (anti-HBs+, anti-HBc-)	601	44,03	41,37–46,71
Постинфекционный (anti-HBs+, anti-HBc+)	140	10,26	8,70–11,99
Неопределенный (anti-HBs-, anti-HBc+)	73	5,35	4,22–6,68
Серонегативный (anti-HBs-, anti-HBc-)	551	40,37	37,75–43,02



**Рисунок 1** – Структура частоты выявления протективного уровня anti-HBs и доли привитых против гепатита В среди обследованных лиц (n=1548) в разрезе административных единиц Республики Беларусь

**Figure 1** – Structure of the frequency of detection of a protective level of anti-HBs and the proportion of vaccinated against hepatitis B among the surveyed individuals (n=1548) by administrative units of the Republic of Belarus

Сравнительный анализ показал, что среди вакцинированных лиц протективный уровень anti-HBs выявлялся достоверно чаще – у 68,35% (95% ДИ: 65,48–71,16) по сравнению с 27,59% (95% ДИ: 23,83–31,50) среди невакцинированных ( $p < 0,001$ ), что подтверждало значимую роль вакцинации в формировании популяционной иммунной прослойки.

При этом выявление anti-HBc среди вакцинированных лиц указывает на наличие в прошлом контакта с вирусом, несмотря на проведенную вакцинацию. Анализ возрастной структуры показал, что в младших возрастных группах преобладал поствакцинальный профиль, тогда как с увеличением возраста возрастала доля лиц с наличием anti-HBc, отражающая накопление контактов с вирусом. В старших возрастных группах увеличивалась доля постинфекционного профиля, а также группы с изолированными anti-HBc.

Максимальный уровень серопротекции зарегистрирован в возрастной группе 20–29 лет – 80,60% (95% ДИ: 75,66–84,93). В старших возрастных группах отмечено постепенное снижение данного показателя.

При этом среди детей и подростков при среднем охвате вакцинацией 99,64% протективный уровень anti-HBs выявлен только у 55,06%, с минимальными значениями в возрасте 15–17 лет (32,43%). Такое несоответствие между высоким уровнем охвата вакцинацией и умеренным уровнем серопротекции указывает на вероятное снижение концентрации антител к ВГВ с течением времени.

Если среди детей 2–17 лет все серозащищенные лица были привиты, то среди взрослых 18–79 лет серозащищенных лиц 79,4% имели сведения о вакцинации против ВГВ в документации. При этом наибольшая доля привитых против ВГВ серозащищенных взрослых отмечена в возрастной когорте 20–29 лет (99,6%). Среди серозащищенных взрослых 30–69 лет доля не привитых достигала в среднем 33% (рис. 2).



**Рисунок 2** – Возрастная структура привитых против гепатита В среди серозащищенных лиц в Республике Беларусь

**Figure 2** – Age structure of hepatitis B vaccinated individuals among seropositive individuals in the Republic of Belarus

Особое значение имела группа лиц с изолированными anti-HBc, не позволяющая однозначно интерпретировать иммунный статус. Характеристика данной группы представлена в табл. 2.

**Таблица 2** – Характеристика участников исследования с выявленными изолированными серологическими маркерами гепатита В anti-HBc

**Table 2** – Characteristics of study participants with identified isolated serological markers of hepatitis B anti-HBc

Группа участников	Количество лиц, (n)	Доля лиц, %	95% ДИ
Вакцинированные	33	45,21	33,52–57,30
Невакцинированные	40	54,79	42,70–66,48
Итого	73	5,35	4,22–6,68
Контактные в очагах гепатита В	3 (из 67)	4,48	0,93–12,53
Пациенты на гемодиализе	3 (из 31)	9,68	2,04–25,75
Итого (по группам риска)	6	6,12	2,28–12,85

Состав группы участников исследования, имеющих изолированные anti-HBc, характеризовался выраженной неоднородностью. Практически половина лиц (45,21%) имели сведения о вакцинации, что указывало на возможность инфицирования после иммунизации либо на имеющиеся особенности формирования иммунного ответа. Одновременно более половины участников (54,79%) составляли невакцинированные лица, что свидетельствовало о перенесенной инфекции без последующего формирования стойкого уровня anti-HBs.

Дополнительно нами установлено, что в данную группу вошло определенное количество лиц, имеющих повышенный риск инфицирования – доля контактных в очагах ВГВ составила 4,48% и пациентов, находящихся на гемодиализе, – 9,68%. Это указывает на наличие связи данного серологического профиля с факторами повышенной вирусной нагрузки.

Полученные данные подтверждают, что группа с изолированными anti-HBc не является однородной и не может рассматриваться как истинная часть иммунной прослойки популяции.

Отдельного внимания заслуживала установленная значительная доля серонегативных лиц (40,37%), что указывало на наличие в популяции восприимчивого контингента и определяло потенциальные риски дальнейшего поддержания циркуляции вируса.

Полученные результаты демонстрируют, что иммунный статус населения в отношении HBV в условиях длительной плановой вакцинации не является однородным и не может быть адекватно охарактеризован на основании только одного серологического показателя. При интерпретации наличия anti-HBs как универсального маркера иммунной защищенности структура популяции представляется упрощенной, тогда как фактически она включает несколько компонентов, формирующихся за счет различных механизмов иммунного ответа.

Установленная доля лиц с наличием anti-HBs отражает наличие сформированной иммунной прослойки и в целом соответствует международным данным и позиции ВОЗ о выраженном влиянии вакцинации на снижение бремени HBV-инфекции [1–6]. Более высокая частота выявления anti-HBs среди вакцинированных по сравнению с невакцинированными лицами подтверждает, что вакцинация является ведущим фактором формирования иммунной защиты. В Республике Беларусь это подтверждается как эпидемиологическими показателями, так и результатами серо-эпидемиологических исследований, включая крайне низкую распространенность HBsAg среди вакцинированных когорт [7–9].

Вместе с тем интерпретация популяционного иммунитета исключительно на основании анализа распространенности anti-HBs имеет методологические ограничения. Естественная динамика гуморального ответа при HBV-инфекции сопровождается с течением времени снижением уровня антител, но не указывает на утрату иммунологической защиты, что связано с сохранением иммунологической памяти [10–13]. В связи с вышеизложенным, использование только маркера anti-HBs в популяционных исследованиях не позволяет достоверно оценить структуру иммунного статуса и требует дополнения другими серологическими маркерами.

Включение маркера anti-HBc в серологический анализ позволяет выявить постинфекционный компонент иммунного статуса, отражающий наличие у пациентов факта контакта с вирусом, в том числе при бессимптомном и субклиническом течении инфекции [14, 15]. Такой подход существенно расширяет возможности интерпретации серо-эпидемиологического исследова-

ния, позволяя перейти от оценки уровня серопротекции к анализу структуры популяционного иммунитета. При этом учет anti-HBc принимает не вспомогательное, а принципиальное значение, поскольку позволяет разграничить поствакцинальный и постинфекционный иммунитет и избежать их смешения при оценке результатов.

Особенно важно, что в рамках настоящего исследования сочетание anti-HBs и anti-HBc интерпретируется как постинфекционный иммунитет. Такой подход позволяет избежать введения категории «гибридный иммунитет», которая не имеет четкого серологического подтверждения и усложняет интерпретацию данных. Наличие anti-HBc однозначно указывает на перенесенную инфекцию, тогда как наличие anti-HBs в данной группе отражает сформированный иммунитет после контакта с вирусом.

Наибольший эпидемиологический интерес представляет группа лиц с изолированными anti-HBc. Данная группа является неоднородной и включает как вакцинированных, так и невакцинированных лиц, а также характеризуется определенной представленностью групп повышенного риска инфицирования. С клинко-эпидемиологической точки зрения наличие изолированных anti-HBc может отражать различные состояния – перенесенную инфекцию с утратой anti-HBs, ложноположительные результаты, серологическое окно или оккультную HBV-инфекцию [16, 17]. В связи с этим отнесение данной группы лиц к иммунной прослойке является методологически некорректным.

Дополнительным подтверждением значимости данной группы пациентов является ее связь с факторами повышенного риска инфицирования, что указывает на сохраняющуюся циркуляцию вируса в популяции и определяет необходимость учета данных лиц при эпидемиологическом слежении [18, 19].

Возрастная структура иммунного статуса отражает кумулятивный характер формирования постинфекционного компонента популяционного иммунитета. Преобладание поствакцинального иммунитета в младших возрастных группах соответствует результатам проводимой вакцинации, тогда как увеличение доли anti-HBc с возрастом свидетельствует о накоплении в популяции контактов с вирусом и указывает на сохраняющийся вклад естественной инфекции в формирование популяционной структуры [19, 20].

Методологическое значение полученных результатов заключается в том, что анализ сочетаний серологических маркеров ВГВ позволяет перейти от количественной к структурной оценке иммунной прослойки и более точно интерпретировать серологические данные, учитывая как поствакцинальный, так и постинфекционный компоненты иммунитета при эпидемиологическом слежении.

Ограничением настоящего исследования является отсутствие дополнительной лабораторной верификации участников исследования с выявленными изолированными anti-HBc (определение HBV DNA, повторное тестирование HBsAg), что не позволяет глубже дифференцировать отдельные варианты данного иммунологического статуса. Вместе с тем такой подход соответствует реальной практике популяционных исследований и подтверждает необходимость выделения данных лиц как группы с неопределенным иммунным статусом.

Практическое значение исследования состоит в необходимости дифференцированного подхода к интерпретации результатов серологических исследований. Анализ наличия только маркера anti-HBs может приводить к переоценке уровня иммунной защищенности, тогда как дополнительная оценка наличия маркера anti-HBc позволяет выявить скрытый компонент циркуляции вируса и конкретизировать структуру иммунного статуса популяции [18–21].

С эпидемиологической точки зрения установленная структура популяционного иммунного статуса отражает заверченный этап формирования вакциноиндуцированного иммунитета с переходом к стадии его поддержания, при которой основную роль начинает играть естественная циркуляция вируса и формирование постинфекционного компонента иммунного статуса.

Таким образом, структура иммунного статуса к ВГВ в условиях длительной вакцинации должна рассматриваться как сочетание поствакцинального и постинфекционного иммунитета при наличии когорты с неопределенным иммунным статусом. Такой подход обеспечивает более точную эпидемиологическую характеристику данных и позволяет избежать методологических ошибок при оценке популяционного иммунитета.

### Выводы

Установлено, что более половины лиц в популяции (54,26% (95% ДИ: 51,77–56,73)), имеют протективный уровень anti-HBs, при этом в структуре иммунного статуса преобладает поствакцинальный иммунитет – 44,03% (95% ДИ:

41,37–46,71) при существенно меньшей доле постинфекционного – 10,26% (95% ДИ: 8,70–11,99). Одновременное выявление anti-HBc у 15,65% (95% ДИ: 13,77–17,63) обследованных отражает накопленную долю лиц, имевших контакт с вирусом, включая случаи, не зарегистрированные системой здравоохранения.

Таким образом, в условиях длительной плановой вакцинации структура популяционного иммунного статуса к ВГВ характеризуется серологической неоднородностью и включает поствакцинальный и постинфекционный иммунитет, а также группу с неопределенным иммунным статусом.

Принципиально значимым является наличие группы с изолированными anti-HBc (anti-HBs-, anti-HBc+), доля которой составляет 5,35% (95% ДИ: 4,22–6,68). Данная группа характеризуется неоднородным составом, ассоциирована с определенной представленностью лиц, имеющих факторы риска инфицирования, и не может однозначно рассматриваться как иммунная. При этом доля серонегативных лиц достигает 40,37% (95% ДИ: 37,75–43,02), что свидетельствует о сохранении в популяции восприимчивого контингента.

Вакцинация является ведущим фактором формирования иммунной прослойки, однако не определяет ее структуру в полном объеме, поскольку выявление anti-HBc у 15,65% обследованных свидетельствует о значимом вкладе перенесенной инфекции, включая неучтенные системой здравоохранения случаи заболевания.

Результаты исследования показывают, что структура иммунного статуса в условиях длительно реализуемых программ плановой вакцинации формируется не только за счет поствакцинального, но и за счет постинфекционного компонента. Использование в анализе только одного anti-HBs приводит к упрощенной и потенциально завышенной оценке уровня популяционного иммунитета. Комплексный учет при анализе anti-HBc позволяет выявить скрытый компонент циркуляции вируса и является необходимым условием корректной эпидемиологической оценки иммунного статуса популяции.

### References

1. World Health Organization. Hepatitis B [Internet]. Available from: <https://www.who.int/publications/item/9789240103986>
2. Cui F, Blach S, Manzenigo Mingiedi C, Gonzalez MA, Sabry Alaama A, Mozalevskis A, Séguéy N, Rewari BB, Chan PL, Le LV, Doherty M, Luhmann N, Easterbrook P, Dirac M, de Martel C, Nayagam S, Hallett TB, Vickerman P, Razavi H, Lesi O, Low-Beer D. Global reporting of progress towards elimination of hepatitis B and hepatitis C. *Lancet Gastroenterol Hepatol*. 2023;8(4):332-342. doi: 10.1016/S2468-1253(22)00386-7.
3. World Health Organization. Global hepatitis report, 2017 [Internet]. Available from: <https://www.who.int/publications/item/97892411565455>
4. World Health Organization. Guidelines on hepatitis B and C testing. Geneva: WHO; 2017. 204 p.
5. United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR); International Science Council (ISC). UNDRR-ISC Hazard Information Profiles – 2025 Update: BI0212 Hepatitis B United Nations Office for Disaster Risk Reduction; International Science Council [Internet]. Available from: <https://www.undrr.org/terms/hips/BI0212>
6. Pattyn J, Hendrickx G, Vorsters A, Van Damme P. Hepatitis B Vaccines. *J Infect Dis*. 2021;224(12 Suppl 2):S343-S351. doi: 10.1093/infdis/jiaa668.
7. Kolomiets ND, Vysotskaya VS, Glinskaya IN, Dashkevich AM, Romanova ON, Gasich EL. Vliyanie universalnoj vakcinacii na rasprostranjonnost gepatita B sredi naselenija

- Respubliki Belarus [Influence of universal vaccination on the prevalence of hepatitis B among the population of the Republic of Belarus]. In: Akimkin VG, editor. *Virusnyye gepatity – dostizheniya i novyye perspektivy*. Sbornik tezisov XIV Vserossiyskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem; 2024 Sent. 12-13; Moskva. Moskva : FBUN CNII Epidemiologii Rospotrebnadzora; 2024. p. 53. (Russian).
8. Vysotskaya V, Kolomiets N, Glinskaya I, Romanova O, Gasich E, Samoilovich E. Ocenka vozdeystviya vakcinacii v Respublike Belarus na jepidemiceskij process gepatita B [Assessment of the impact of vaccination in the republic of Belarus on the epidemic process of hepatitis B]. *Gepatologija i gastroenterologija* [Hepatology and Gastroenterology]. 2023;7(1):48-56. doi: 10.25298/2616-5546-2023-7-1-48-56. edn: PDFIDC. (Russian).
  9. Vysotskaya V, Gassowski M, Kasper A, Gasich E, Kolomiets N, Dashkevich A, Wannemuehler K, Dubovik O, Mosina L. Hepatitis B serosurvey to validate the achievement of regional hepatitis B control targets in Belarus. *Vaccine*. 2025;55:127058. doi: 10.1016/j.vaccine.2025.127058
  10. Immunization Action Coalition (IAC). Ask the Experts: Hepatitis B [Internet]. Available from: <https://www.immunize.org/ask-experts/topic/hepb/>
  11. Leuridan E, Van Damme P. Hepatitis B and the need for a booster dose. *Clin Infect Dis*. 2011;53(1):68-75. doi: 10.1093/cid/cir270.
  12. Fitzsimons D, François G, Hall A, McMahon B, Meheus A, Zanetti A, Duval B, Jilg W, Böcher WO, Lu SN, Akarca U, Lavanchy D, Goldstein S, Banatvala J, Damme PV. Long-term efficacy of hepatitis B vaccine, booster policy, and impact of hepatitis B virus mutants. *Vaccine*. 2005;23(32):4158-66. doi: 10.1016/j.vaccine.2005.03.017.
  13. Thomas B, Mohandas A, Jayadev VK, Bindu V. Hepatitis B Surface Antibody Levels among Health-Care Personnel Vaccinated against Hepatitis B in a Teaching Hospital in South India. *Indian J Community Med*. 2022;47(2):262-265. doi: 10.4103/ijcm.ijcm\_600\_21.
  14. Conners EE, Panagiotakopoulos L, Hofmeister MG, Spradling PR, Hagan LM, Harris AM, Rogers-Brown JS, Wester C, Nelson NP. Screening and Testing for Hepatitis B Virus Infection: CDC Recommendations – United States, 2023. *MMWR Recomm Rep*. 2023;72(1):1-25. doi: 10.15585/mmwr.r7201a1.
  15. Gish RG, Basit SA, Ryan J, Dawood A, Protzer U. Hepatitis B Core Antibody: Role in Clinical Practice in 2020. *Curr Hepatology Rep*. 2020;19:254-265. doi: 10.1007/s11901-020-00522-0.
  16. Makvandi M. Update on occult hepatitis B virus infection. *World J Gastroenterol*. 2016;22(39):8720-8734. doi: 10.3748/wjg.v22.i39.8720.
  17. Raimondo G, Locarnini S, Pollicino T, Levrero M, Zoulim F, Lok AS; Taormina Workshop on Occult HBV Infection Faculty Members. Update of the statements on biology and clinical impact of occult hepatitis B virus infection. *J Hepatol*. 2019;71(2):397-408. doi: 10.1016/j.jhep.2019.03.034.
  18. Chang JJ, Mohtashemi N, Bhattacharya D. Significance and Management of Isolated Hepatitis B Core Antibody (Anti-HBc) in HIV and HCV: Strategies in the DAA Era. *Curr HIV/AIDS Rep*. 2018;15(2):172-181. doi: 10.1007/s11904-018-0379-y.
  19. Magomedova NA, Kostinov MP, Khrapunova IA, Linok AV, Loktionova MN, Polishchuk VB, Yastrebova NE, Poddubikov AA. Chastota vstrechaemosti anti-HBc v gruppah medicinskih rabotnikov, neprivityh i vakcinirovannyh protiv gepatita B bez predvaritel'nogo testirovanija na markery VGV [The prevalence of anti-HBc antibodies in groups of medical workers who were either unvaccinated or vaccinated against hepatitis B without prior testing for HBV markers]. *Infekcija i immunitet* [Russian Journal of Infection and Immunity]. 2025;15(5):955-964. doi: 10.15789/2220-7619-TPO-17857. (Russian).
  20. Hyun CS, Lee S, Ventura WR. The prevalence and significance of isolated hepatitis B core antibody (anti-HBc) in endemic population. *BMC Res Notes*. 2019;12(1):251. doi: 10.1186/s13104-019-4287-z.
  21. Wang C, Li X, Zhang C, Xiao L, Xian J. Prevalence and influential factors of isolated hepatitis B core antibody positivity in a Chinese adult population. *Sci Rep*. 2024;14(1):693. doi: 10.1038/s41598-023-50907-6.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование.** Исследование проведено без спонсорской поддержки.

**Соответствие принципам этики.** Исследование одобрено локальным этическим комитетом.

**Сведения об авторах:**

Высоцкая Вероника Станиславовна, государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», e-mail: w-veronika@outlook.com, ORCID: 0000-0002-8070-7385

Коломиец Наталья Дмитриевна, д-р мед. наук, профессор, Институт повышения квалификации и переподготовки кадров здравоохранения учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет», e-mail: ndkolomiets@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4837-5181

Глинская Ирина Николаевна, канд. мед. наук, ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», e-mail: irinaglinskay@yandex.by, ORCID: 0000-0002-3941-9787

Романова Оксана Николаевна, д-р мед. наук, профессор, Белорусский государственный медицинский университет, e-mail: romox@tut.by, ORCID: 0000-0001-7383-1727

Гапеенко Елена Владимировна, канд. биол. наук, ГУ «РНПЦ онкологии и медицинской онкологии им. Н. Н. Александрова», e-mail: gapeenko@bk.ru, ORCID: 0009-0004-8475-0323

**Conflict of interests.** The authors declare no conflict of interests.

**Financing.** The study was performed without external funding.

**Conformity with principles of ethics.** The study was approved by the local ethics committee.

**Information about the authors:**

Vysotskaya Veronika S., Republican Center for Hygiene, Epidemiology and Public Health, e-mail: w-veronika@outlook.com, ORCID: 0000-0001-9950-1427

Kolomiyets Natalya D., PhD, MD (Medicine), Professor; Institute for Advanced Training and Retraining of Healthcare Personnel of the Educational Institution «Belarusian State Medical University», e-mail: ndkolomiets@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4837-5181

Glinskaya Irina N., PhD (Medicine), Republican Center for Hygiene, Epidemiology and Public Health, e-mail: irinaglinskay@yandex.by, ORCID: 0000-0002-3941-9787

Romanova Oksana N., PhD, MD (Medicine), Professor; Belarusian State Medical University, e-mail: romox@tut.by, ORCID: 0000-0001-7383-1727

Gapeenko Elena V., PhD (Biology), N. N. Alexandrov National Cancer Centre of Belarus, e-mail: gapeenko@bk.ru, ORCID: 0009-0004-8475-0323

Поступила: 02.04.2026

Принята к печати: 04.05.2026

Received: 02.04.2026

Accepted: 04.05.2026