



© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2025

<https://elibrary.ru/gkkskjg>

Фомичева Д.А.¹, Евсеенко О.В.¹, Жибурт Е.Б.²

ПЦР-СКРИНИНГ ИНФЕКЦИЙ У ДОНОРОВ КРОВИ

¹ГКУЗ «Центр крови Ленинградской области», 187000, Ленинградская область, г. Тосно, Россия;

²ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр имени Н.И. Пирогова» Минздрава РФ, 105203, Москва, Россия

Для выявления гемотрансмиссивных инфекций в период серологического окна донорскую кровь тестируют на вирусы методами амплификации нуклеиновых кислот (НАТ). В России с этой целью используют два «равноправных» метода НАТ – полимеразную цепную реакцию (ПЦР) и транскрипционно-опосредованную амплификацию (ТМА).

Цель исследования: определить частоту выявления гемотрансмиссивных инфекций методом ПЦР у первичных и повторных доноров.

Материал и методы. В лаборатории Центра крови Ленинградской области установленным порядком обследуются доноры крови с использованием метода мультиплексной ПЦР real-time в пулах из 6 образцов, для одновременной детекции РНК ВИЧ-1, ВИЧ-2, вируса гепатита С, ДНК вируса гепатита В (Cobas TaqScreen MPX test 2.0, Roche Diagnostics, Швейцария). Заявленная чувствительность метода в МЕ/мл составляет: для ВИЧ-1 50,3 (95% ДИ 43,3-59,9), для ВИЧ-2 7,9 (95% ДИ 5,6-13,8), для ВГС 6,8 (95% ДИ 5,8-8,3), ВГВ 2,3 (95% ДИ 2,0-2,8). Заявленная специфичность - 99,98% (95% ДИ 99,97-99,98%). С 2011 по 2024 годы обследованы 165 216 доноров. По результатам тестирования определили частоту выявления гемотрансмиссивных инфекций методом НАТ у первичных и повторных доноров в 2011-2024 годах. Результаты оценивали с использованием дескриптивной статистики при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты. Нуклеиновые кислоты вирусов выявлены у 55 доноров. Идентифицированы: ВИЧ - 2, ВГВ - 33, ВГС - 15. Еще 5 положительных результатов были зафиксированы до внедрения идентификации в 2011 году. У первичных и повторных доноров маркеры инфекции выявлялись с равной частотой: 3,80% и 3,13% соответственно ($p > 0,05$).

Заключение. В течение исследования выявляемость ПЦР-маркеров инфекций радикально изменилась: в 2011-2017 гг. ПЦР-маркеров инфекций меньше среди повторных доноров ($p < 0,05$); в 2018-2024 гг. ПЦР-маркеров инфекций больше среди повторных доноров ($p < 0,05$). Причины этого феномена предстоит установить. Можно предположить повышение ответственности и снижение материальной заинтересованности первичных доноров. Не обнаружено отличий частоты выявления маркеров ВГВ и ВГС у первичных и повторных доноров. 2 случая ВИЧ выявили у повторных доноров, у первичных доноров ВИЧ не выявлен. В целом ВГВ выявляется методом ПЦР чаще, чем ВГС ($p < 0,02$), ВИЧ – реже, чем ВГС ($p < 0,003$). ВГВ-положительные доноры в среднем на 16,4 года старше ВГС-положительных доноров ($p < 0,001$), что позволяет предположить выявление скрытых (оккультных) форм вирусного гепатита В. Отличий донорского стажа и интервала со времени последней донации у доноров с разными инфекциями не выявлено.

Ключевые слова: кровь; донор; амплификация нуклеиновых кислот; вирус иммунодефицита человека; вирус гепатита В; вирус гепатита С

Для цитирования: Фомичева Д.А., Евсеенко О.В., Жибурт Е.Б. ПЦР-скрининг инфекций у доноров крови. Клиническая лабораторная диагностика. 2025; 70 (5): 332-337.

DOI: <https://doi.org/10.51620/0869-2084-2025-70-5-332-337>

EDN: GKSKJG

Для корреспонденции: Жибурт Евгений Борисович, д-р мед. наук, проф., зав. кафедрой трансфузиологии; e-mail: ezhiburt@yandex.ru

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Поступила 07.02.2025

Принята к печати 20.03.2025

Опубликовано 25.04.2025

Fomicheva D.A.¹, Evseenko O.V.¹, Zhiburt E.B.²

PCR SCREENING OF INFECTIONS IN BLOOD DONORS

¹Blood Center of Leningrad Region, 187000, Leningrad Region, Tosno, Russia;

²Pirogov National Medical and Surgical Center, 105203, Moscow, Russia

To detect blood-borne infections during the serological window, donor blood is tested for viruses using polymerase chain reaction (PCR). The aim of the study: to determine the frequency of detection of blood-borne infections by PCR in primary and repeat donors.

Material and methods. The laboratory of Leningrad Region Blood Center used for screening donors the real-time multiplex PCR method in pools of 6 samples, for simultaneous detection and discrimination of HIV-1, HIV-2, hepatitis C virus, hepatitis B virus DNA (Cobas TaqScreen MPX test 2.0, Roche Diagnostics, Switzerland). The claimed sensitivity of the method in IU/ml is for HIV-1 50.3 (95% CI 43.3-59.9), for HIV-2 7.9 (95% CI 5.6-13.8), for hepatitis C 6.8 (95% CI 5.8-8.3), for hepatitis B 2.3 (95% CI 2.0-2.8). The claimed specificity was 99.98% (95% CI 99.97-99.98%). From 2011 to 2024, 165,216 donors were screened. Based on the test results, the frequency of detection of blood born infections by NAT in primary and repeat donors in 2011-2024 was determined. The results

were evaluated using descriptive statistics at a significance level of $p < 0.05$.

Results. Nucleic acids of viruses were detected in 55 donors. The following were identified: HIV - 2, HBV - 33, HCV - 15. Another 5 positive results were recorded before the introduction of identification in 2011. In primary and repeat donors, infection markers were detected with equal frequency: 3.80% and 3.13%, respectively. ($p > 0.05$).

Conclusion. During the study, the detection rate of PCR-positive infections changed radically: in 2011-2017, PCR+ was lower among repeat donors ($p < 0.05$); in 2018-2024, PCR+ decreased by 1.5%. NAT+ was higher among repeat donors ($p < 0.05$). The reasons for this phenomenon remain to be determined. It can be assumed that first-time donors have become more responsible and have less financial incentive. There are no differences in the frequency of detection of HBV and HCV in first-time and repeat donors. 2 cases of HIV were detected in repeat donors, and HIV was not detected in first-time donors. In general, HBV is detected by the PCR method more often than HCV ($p < 0.02$), and HIV is detected less often than HCV ($p < 0.003$). HBV-positive donors are on average 16.4 years older than HCV-positive donors ($p < 0.001$), which suggests the detection of latent (occult) forms of viral hepatitis B. No differences in donor experience and the interval since the last donation were found in donors with different infections.

Key words: blood; donor; nucleic acid amplification; human immunodeficiency virus; hepatitis B virus; hepatitis C virus

For citation: Fomicheva D.A., Evseenko O.V., Zhiburt E.B. PCR screening of infections in blood donors. *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika (Russian Clinical Laboratory Diagnostics)*. 2025; 70 (5): 332-337 (in Russ.).

DOI: <https://doi.org/10.51620/0869-2084-2025-70-5-332-337>

EDN: GKSKJG

For correspondence: Zhiburt E.B., Dr. Sci. Med., Prof., head of the blood transfusion department; e-mail: ezhiburt@yandex.ru

Information about authors:

Fomicheva D.A., <https://orcid.org/0009-0007-1397-1577>;

Evseenko O.V., <https://orcid.org/0009-0007-5533-1236>;

Zhiburt E.B., <https://orcid.org/0000-0002-7943-6266>.

Conflict of interests. The authors declare absence of conflict of interest.

Funding. The study had no sponsor support.

Received 07.02.2025

Accepted 20.03.2025

Published 25.04.2025

Введение. Инфекционная безопасность - непереносимое условие гемотрансфузионной терапии [1-4]. Строгий надзор со стороны регулирующих органов, отбор доноров, тестирование и производство компонентов крови, включающее инактивацию патогенов, сделали переливание крови в России достаточно безопасным: в течение 5 лет не регистрируются случаи инфицирования реципиентов крови основными гемотрансмиссивными вирусами (вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ), вирусами гепатита В и С (ВГВ и ВГС соответственно) [5]. Патогены продолжают выявляться в донорском контингенте: в 2020 году у 1 205 295 российских доноров выявлено 9194 случая инфекции: ВИЧ - у 863, ВГВ - у 1727, ВГС - у 3476, сифилис - у 3128 доноров. При этом не указывался диагностический метод выявления инфекции [6].

Для обследования доноров используют серологические и молекулярно-биологические исследования (методы геномной амплификации - nucleic acid amplification technologies, NAT). Последние проводятся для идентификации нуклеиновых кислот ВИЧ, ВГВ и ВГС, допускается проведение исследования в формате мультиплексного анализа. Молекулярно-биологическое исследование проводится в единичных постановках индивидуально или в минипуле не более, чем из 6 образцов. Для проведения исследования в минипуле рекомендуется применять наборы реагентов с чувствительностью: ВИЧ - не ниже 10 тыс. МЕ/мл в расчете на одну донацию, ВГС - 5 тыс. МЕ/мл в расчете на одну донацию, ВГВ - 100 МЕ/мл.¹

Наличие нуклеиновой кислоты вируса в отсутствие

серологических маркеров характерно для начального периода инфекции. В этот период вирус не связан специфическими антителами и кровь донора особенно инфекционно опасна [7-10].

Стремление к материальным благам (деньги, отгулы и другие льготы) в ряде случаев мотивирует донора скрыть противопоказания и факторы риска [11]. Значимость NAT возрастает при обследовании регулярных доноров, которые могли заразиться в период между донациями [12-18].

По данным международного исследования частота серологически негативных, но NAT-позитивных случаев составляет:

ВИЧ - 1,6 на миллион донаций (3,9 - у первичных и 1,2 - у повторных доноров),

ВГС - 2,0 на миллион донаций (6,2 - у первичных и 1,3 - у повторных доноров),

ВГВ - 6,3 на миллион донаций (13,2 - у первичных и 5,2 - у повторных доноров) [19].

В Казахстане частота серологически негативных, но NAT-позитивных случаев существенно выше: три инфекции суммарно - 0,1% [20], в Хабаровском крае - 0,01% [21].

Цель исследования: определить частоту выявления гемотрансмиссивных инфекций методом NAT у первичных и повторных доноров.

Материал и методы. В лаборатории Центра крови Ленинградской области установленным порядком обследуются доноры крови с использованием метода мультиплексной ПЦР real-time в пулах из 6 образцов для одновременной детекции РНК ВИЧ-1, ВИЧ-2, ВГС, ДНК ВГВ (Cobas TaqScreen MPX test 2.0, Roche Diagnostics, Швейцария). Заявленная чувствительность метода в МЕ/мл составляет для ВИЧ-1 50,3 (95% ДИ 43,3-59,9), для ВИЧ-2 7,9 (95% ДИ 5,6-13,8), для ВГС

¹Приказ Минздрава РФ от 28 октября 2020 г. № 1166н «Об утверждении порядка прохождения донорами медицинского обследования и перечня медицинских противопоказаний (временных и постоянных) для сдачи крови и (или) ее компонентов и сроков отвода, которому подлежит лицо при наличии временных медицинских показаний, от донорства крови и (или) ее компонентов».

6,8 (95% ДИ 5,8-8,3), для ВГВ 2,3 (95% ДИ 2,0-2,8). Заявленная специфичность - 99,98% (95% ДИ 99,97-99,98%). С 2011 по 2024 годы обследованы 165 216 доноров. По результатам тестирования определена частота выявления гемотрансмиссивных инфекций методом

NAT у первичных и повторных доноров в 2011-2024 годах. Результаты оценены с использованием дескриптивной статистики при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты. Нуклеиновые кислоты (НК) ВИЧ, ВГВ и ВГС выявлены у 55 доноров (табл. 1).

Таблица 1

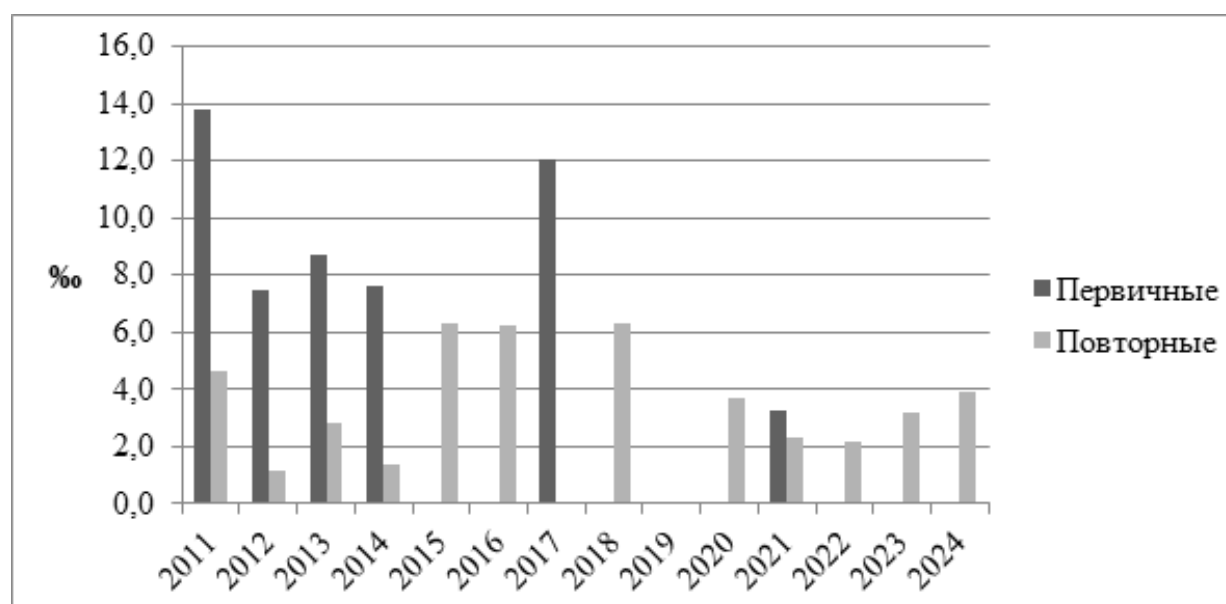
Выявление нуклеиновых кислот ВИЧ, ВГВ, ВГС у доноров методом ПЦР в 2011-2024 гг.

Год	Категории доноров			Доноры с инфекциями		Выявленные НК вирусов		
	Первичные	Повторные	Всего	Первичные	Повторные	ВГВ	ВГС	ВИЧ
2011	2172	6485	8657	3*	3*	1	0	0
2012	4003	8514	12517	3	1	3	1	0
2013	4576	7149	11725	4	2	5	1	0
2014	5259	7298	12557	4	1	4	1	0
2015	4773	7966	12739	0	5	3	1	1
2016	4094	7973	12067	0	5	3	2	0
2017	3329	8043	11372	4	0	4	0	0
2018	4083	7916	11999	0	5	1	3	1
2019	3906	7967	11873	0	0	0	0	0
2020	3494	8131	11625	0	3	3	0	0
2021	3056	8734	11790	1	2	2	1	0
2022	2718	9156	11874	0	2	0	2	0
2023	2228	9468	11696	0	3	2	1	0
2024	2352	10283	12635	0	4	2	2	0
Всего	50043	115083	165126	19	36	33	15	2

Примечание. * - До декабря 2011 г. идентификация инфекций не проводилась.

NAT-методом гемотрансмиссивные инфекции в течение всего периода исследования выявлены с частотой 3,80% и 3,13% у первичных и повторных доноров, соответственно ($p > 0,05$) (см. табл. 1). В расчёте на 10

тыс. обследованных ежегодная частота выявления инфекций в период исследования изменялась у первичных доноров – от 0 до 13,8 случаев, у повторных – от 0 до 6,3 случаев (см. рисунок).



Частота выявления инфекций у первичных и повторных доноров.

Во второй половине периода исследования (2017-2024 гг.) среди первичных доноров с помощью NAT

выявлен лишь один случай инфицирования, тогда как среди повторных – 19 (см. рисунок, табл. 2).

Таблица 2

Выявление инфекций у доноров методом NAT в разные периоды исследования

Период, годы	Доноры		Из них инфицированы	
	Первичные	Повторные	Первичные	Повторные
2011-2017	28206	53428	18	17
2018-2024	21837	61655	1	19
Всего	50043	115083	19	36

Выявляемость ПЦР-положительных (на ВИЧ, ВГВ и ВГС суммарно) донаций радикально изменилась:

В 2011-2017 гг. ПЦР-маркеров инфекций меньше среди повторных доноров (ОШ 0,5, ДИ 95% от 0,26 до 0,97, $\chi^2=4,41$, $p<0,05$),

В 2018-2024 гг. ПЦР-маркеров инфекций больше среди повторных доноров (ОШ 6,73, ДИ 95% от 0,9 до 50,29, $\chi^2=4,64$, $p<0,05$).

Инфицированные первичные доноры в среднем на 7,1 года старше повторных ($p<0,03$) (табл. 3).

Таблица 3

Характеристики инфицированных первичных ($n=19$) и повторных ($n=36$) доноров

Показатель	Первичные доноры	Повторные доноры
Возраст, годы	47,5±4,8	40,4±4,0
Донаций в анамнезе	-	8,4±2,5
Дни после предыдущей донации	-	196,4±90,6

Не было отличий частоты выявления ВГВ и ВГС у первичных и повторных доноров. 2 случая ВИЧ выявили у повторных доноров, у первичных доноров ВИЧ не выявлен (табл. 4). В целом ВГВ выявлялся чаще,

чем ВГС (отношение шансов (ОШ) 2,13, 95% доверительный интервал (ДИ 95%) от 1,16 до 3,94, $\chi^2=6,15$, $p<0,02$), а ВИЧ – реже, чем ВГС (ОШ 0,13, ДИ 95% от 0,03 до 0,58, $\chi^2=9,94$, $p<0,003$).

Таблица 4

Выявление инфекций у первичных ($n=50\ 043$) и повторных ($n=115\ 083$) доноров методом NAT

Категория	ВГВ		ВГС		ВИЧ	
	n	%	n	%	n	%
Первичные	15	3,00	2	0,40	0	0,00
Повторные	18	1,56	13	1,13	2	0,17
Всего	33	2,00	15	0,91	2	0,12

ВГВ-положительные доноры в среднем на 16,4 года старше ВГС-положительных доноров (t -критерий = 5,536, $p<0,001$) (табл. 5). Отличий до-

норского стажа и интервала со времени последней донации у доноров с разными инфекциями не выявлено.

Таблица 5

Характеристики доноров с ПЦР-маркерами инфекций

Инфекция	Возраст, годы	Донаций в анамнезе	Дни от предыдущей донации
ВГВ	47,3±4,3	7,9±4,3	257,8±187,1
ВГС	30,9±4,3	9,5±4,0	140,8±58,0
ВИЧ	39	12	106

Заключение. Частота выявления в 2011-2024 гг. гемотрансмиссивных инфекций методом NAT среди доноров Ленинградской области на 1-2 порядка выше аналогичных результатов по данным международного исследования [17].

Гемотрансмиссивные инфекции с равной частотой выявляются методом NAT у первичных и повторных доноров: 3,80% и 3,13%, соответственно ($p>0,05$).

В течение исследования выявляемость ПЦР-маркеров инфекций радикально изменилась:

в 2011-2017 гг. ПЦР-маркеров инфекций выявлено меньше среди повторных доноров ($p<0,05$),

в 2018-2024 гг. ПЦР-маркеров инфекций выявлено больше среди повторных доноров ($p<0,05$).

Причины этого феномена предстоит установить. Можно предположить повышение ответственности и снижение материальной заинтересованности первичных доноров.

2 случая ВИЧ выявили у повторных доноров, у первичных доноров ВИЧ не выявлен. Не определено

значимых отличий частоты выявления ВГВ и ВГС у первичных и повторных доноров. В целом ВГВ выявляется методом NAT чаще, чем ВГС ($p < 0,02$), а ВИЧ – реже, чем ВГС ($p < 0,003$). ВГВ-положительные доноры в среднем на 16,4 года старше ВГС-положительных доноров ($p < 0,001$), что позволяет предположить выявление скрытых (окультных) форм вирусного гепатита В. Отличий донорского стажа и интервала со времени последней донации у доноров с разными инфекциями не выявлено.

Настоящее исследование ограничено отличием российского норматива от других развитых стран. Российский норматив не предполагает повторное обследование донора:

«23. В случае получения положительного результата при молекулярно-биологическом исследовании на наличие вирусов иммунодефицита человека, гепатитов В и С в первой постановке в минипуле результат расценивается как промежуточный. Выполняется индивидуальное исследование всех образцов, входящих в минипул.

Выявленный положительный образец при индивидуальном исследовании на наличие вирусов иммунодефицита человека, гепатитов В и С признается положительным, донору, которому принадлежал данный образец, оформляется постоянный медицинский отвод»¹.

Европейский норматив предполагает повторное обследование донора:

«Должны быть внедрены алгоритмы, обеспечивающие последовательное разрешение повторно реактивных образцов и связанных донаций.

9.1.1.11. В случае подтверждения положительного результата повторно реактивного образца, донор должен быть уведомлен и должен быть получен дополнительный образец для повторного подтверждения результатов и идентификации донора или, в качестве альтернативы, донор направляется к стороннему врачу для подтверждения»².

Логично предложить и в России получать дополнительный образец крови от того же донора. Это позволит исключить ошибку, как минимум, на пре- и постаналитических этапах ПЦР-тестирования. Результаты настоящего исследования могут послужить стимулом для сопоставления результатов обследования доноров в лабораториях других регионов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шевченко Ю.Л., Карпов О.Э., Жибурт Е.Б. Переливание крови: история и современность (к 100-летию переливания крови в России). *Вестник Национального медико-хирургического центра им. Н.И. Пирогова*. 2019; 14(4):4-11. DOI: 10.25881/ВРNMSC.2020.29.78.001.
2. Жибурт Е.Б., Мадзаев С.Р., Кузьмин Н.С., Вергопуло А.А. Гемотрансмиссивные инфекции у населения и доноров крови. *Вестник Национального медико-хирургического центра им.*

¹ Приказ Минздрава РФ от 28 октября 2020 г. № 1166н «Об утверждении порядка прохождения донорами медицинского обследования и перечня медицинских противопоказаний (временных и постоянных) для сдачи крови и (или) ее компонентов и сроков отвода, которому подлежит лицо при наличии временных медицинских показаний, от донорства крови и (или) ее компонентов».

² Guide to the preparation, use and quality assurance of blood components. 21 ed. Council of Europe Publishing, Strasbourg; 2023.

3. Губанова М.Н., Мадзаев С.Р., Жибурт Е.Б. Распространенность и встречаемость инфекций у доноров крови в России. *Вопросы вирусологии*. 2015; 60(6):29-31.
4. Полунина Н.В., Губанова М.Н., Жибурт Е.Б. Риск передачи инфекции при переливании крови. *Российский медицинский журнал*. 2016; 22(6):284-6.
5. Тураева Р.Р., Тураев Р.Г., Хамитов Р.Г., Жибурт Е.Б. Особенности переливания крови в субъектах Российской Федерации. *Менеджер здравоохранения*. 2025; 1:16–25. DOI: 10.21045/1811-0185-2025-1-16-25.
6. Гапонова Т.В., Капранов Н.М., Тихомиров Д.С., Булгаков А.В., Одиноченко Ю.А., Шайдурова К.В. и др. Характеристика основных тенденций в работе службы крови Российской Федерации в 2016-2020 годах. *Гематология и трансфузиология*. 2022; 67(3): 388-97. DOI: 10.35754/0234-5730-2022-67-3-388-397.
7. Жибурт Е.Б., Федоров Н.А., Рейзман П.В. NAT скрининг вирусных инфекций у доноров повышает безопасность крови. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2006; (2):22-3.
8. Федуленко Д.А., Евсеенко О.В., Жибурт Е.Б. Результаты скрининга нуклеиновых кислот гемотрансмиссивных вирусов у доноров крови. *Справочник заведующего КДЛ*. 2021; (6):65-70.
9. Буркитбаев Ж.К., Есенбаева Г.А., Абдрахманова С.А., Бибиков Ж.Ж., Жибурт Е.Б. Аланинаминотрансфераза и специфические маркеры вирусных гепатитов в крови доноров. *Российский журнал гастроэнтерологии, гепатологии и колопроктологии*. 2018; 28(1):50-4. DOI: 10.22416/1382-4376-2018-28-1-50-54.
10. Савчук Т.Н., Буркитбаев Ж.К., Скорикова С.В., Жибурт Е.Б. Эффективность различных систем скрининга маркеров инфекций у доноров крови. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2017; 62(2):91-4.
11. Клюева Е.А., Спирина Е.В., Жибурт Е.Б. Социология и мотивация доноров Ивановской области. Часть I. Общая характеристика. *Вестник службы крови России*. 2010; (3):5-7.
12. Танкаева Х.С., Илуева А.К., Жибурт Е.Б. Гемотрансмиссивные инфекции у доноров крови и пациентов в Республике Дагестан. *Трансфузиология*. 2020; 21(1):50-6.
13. Скорикова С.В., Буркитбаев Ж.К., Савчук Т.Н., Жибурт Е.Б. Распространенность ВИЧ-, ВГС-, ВГВ-инфекций у доноров крови г. Астаны. *Вопросы вирусологии*. 2015; 60(1):34-6.
14. Аюпова Р.Ф., Султанбаев У.С., Абсалимова Л.А., Тимофеева И.Е., Ракипова Ю.Р., Каюмова Л.И. и др. Ложноположительные результаты скрининга инфекций у доноров крови. *Трансфузиология*. 2017; 18(4):63-9.
15. Танкаева Х.С., Губанова М.Н., Жибурт Е.Б. Новое в профилактике гемотрансмиссивного вирусного гепатита С. *Вестник Дагестанской государственной медицинской академии*. 2016; 2(19):17-20.
16. Чемоданов И.Г., Гореликова Л.Г., Чос О.В., Жибурт Е.Б. Опрос инфицированного донора. *Трансфузиология*. 2018; 19(3):55-60.
17. Germain M., Grégoire Y., Custer B.S., Goldman M., Bravo M., Kamel H. et al. An international comparison of HIV prevalence and incidence in blood donors and general population: a BEST Collaborative study. *Vox Sang*. 2021; 116(10):1084-93. DOI: 10.1111/vox.13107.
18. Аюпова Р.Ф., Хамитов Р.Г., Жибурт Е.Б. Риск гемотрансмиссивных инфекций в «период окна». *Гематология. Трансфузиология. Восточная Европа*. 2019; 5(3):260-3.
19. Roth W.K., Busch M.P., Schuller A., Ismay S., Cheng A., Seed C.R. et al. International survey on NAT testing of blood donations: expanding implementation and yield from 1999 to 2009. *Vox Sang*. 2012; 102(1):82-90.
20. Буркитбаев Ж.К., Абдрахманова С.А., Савчук Т.Н., Жибурт Е.Б. Внедрение NAT-скрининга инфекций у доноров крови Республики Казахстан. *Клиническая лабораторная диагностика*. 2017; 62(3):154-6. DOI: 10.18821/0869-2084-2017-62-3-154-156.
21. Кривоносова Н.В., Зейлер Е.И., Работяга В.Я., Кожемяко О.В. Опыт проведения NAT-скрининга серонегативных образцов крови доноров в КГБУЗ КСПК в 2013-2016 годах. *Здравоохранение Дальнего Востока*. 2017; 1(71): 94-7.

REFERENCES

1. Shevchenko Yu.L., Karpov O.E., Zhiburt E.B. Blood transfusion: history and modernity (on the 100th anniversary of blood transfusion

- in Russia). *Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo tsentra im. N.I. Pirogova*. 2019; 14(4):4-11. DOI: 10.25881/BPNMSC.2020.29.78.001. (in Russian)
- Zhiburt E.B., Madzaev S.R., Kuz'min N.S., Vergopulo A.A. Blood-transmitted infections in the population and blood donors. *Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo tsentra im. N.I. Pirogova*. 2016; 11(1):88-90. (in Russian)
 - Gubanova M.N., Madzaev S.R., Zhiburt E.B. Prevalence and incidence of infections in blood donors in Russia. *Voprosy virusologii*. 2015; 60(6):29-31. (in Russian)
 - Polunina N.V., Gubanova M.N., Zhiburt E.B. Risk of infection transmission during blood transfusion. *Rossiyskiy meditsinskiy zhurnal*. 2016; 22(6):284-6. (in Russian)
 - Turaeva R.R., Turaev R.G., Khamitov R.G., Zhiburt E.B. Features of blood transfusion in the constituent entities of the Russian Federation. *Menedzher zdravookhraneniya*. 2025; 1:16-25. DOI: 10.21045/1811-0185-2025-1-16-25. (in Russian)
 - Gaponova T.V., Kapranov N.M., Tikhomirov D.S., Bulgakov A.V., Odinochenko Yu.A., Shaidurova K.V. et al. Characteristics of the main trends in the work of the blood service of the Russian Federation in 2016-2020. *Gematologiya i transfuziologiya*. 2022; 67(3): 388-97. DOI: 10.35754/0234-5730-2022-67-3-388-397. (in Russian)
 - Zhiburt E.B., Fedorov N.A., Reyzman P.V. NAT screening of viral infections in donors improves blood safety. *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika*. 2006; (2):22-3. (in Russian)
 - Fedulenko D.A., Evseenko O.V., Zhiburt E.B. Results of screening of nucleic acids of blood-borne viruses in blood donors. *Spravochnik zaveduyushchego KDL*. 2021; (6):65-70. (in Russian)
 - Burkitbaev Zh.K., Esenbaeva G.A., Abdrakhmanova S.A., Bibekov Zh.Zh., Zhiburt E.B. et al. Alanine aminotransferase and specific markers of viral hepatitis in the blood of donors. *Rossiyskiy zhurnal gastroenterologii, gepatologii i koloproktologii*. 2018; 28(1):50-4. DOI: 10.22416/1382-4376-2018-28-1-50-54. (in Russian)
 - Savchuk T.N., Burkitbaev Zh.K., Skorikova S.V., Zhiburt E.B. Efficiency of various systems for screening markers of infections in blood donors. *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika*. 2017; 62(2):91-4. (in Russian)
 - Klyueva E.A., Spirina E.V., Zhiburt E.B. Sociology and motivation of donors in the Ivanovo region. Part I. General characteristics. *Vestnik sluzhby krovi Rossii*. 2010; (3):5-7. (in Russian)
 - Tankaeva H.S., Ilueva A.K., Zhiburt E.B. Hemotransmissible infections in blood donors and patients in the Republic of Dagestan. *Transfuziologiya*. 2020; 21(1):50-6. (in Russian)
 - Skorikova S.V., Burkitbaev Zh.K., Savchuk T.N., Zhiburt E.B. Prevalence of HIV, HCV, HBV infections in blood donors in Astana. *Voprosy virusologii*. 2015; 60(1):34-6. (in Russian)
 - Ayupova R.F., Sultanbaev U.S., Absalyamova L.A., Timofeeva I.E., Rakipova Yu.R., Kayumova L.I. et al. False positive results of screening for infections in blood donors. *Transfuziologiya*. 2017; 18(4):63-9. (in Russian)
 - Tankaeva H.S., Gubanova M.N., Zhiburt E.B. New in the prevention of hemotransmissible viral hepatitis C. *Vestnik Dagestanskoy gosudarstvennoy meditsinskoy akademii*. 2016; 2(19):17-20. (in Russian)
 - Chemodanov I.G., Gorelikova L.G., Chos O.V., Zhiburt E.B. Survey of an infected donor. *Transfuziologiya*. 2018; 19(3):55-60. (in Russian)
 - Germain M., Grégoire Y., Custer B., Goldman M., Bravo M., Kamel H. et al. An international comparison of HIV prevalence and incidence in blood donors and general population: a BEST Collaborative study. *Vox. Sang.* 2021; 116(10):1084-93. DOI: 10.1111/vox.13107.
 - Ayupova R.F., Khamitov R.G., Zhiburt E.B. Risk of hemotransmissible infections in the "window period". *Gematologiya. Transfuziologiya. Vostochnaya Evropa*. 2019; 5(3):260-3. (in Russian)
 - Roth W.K., Busch M.P., Schuller A., Ismay S., Cheng A., Seed C.R. et al. International survey on NAT testing of blood donations: expanding implementation and yield from 1999 to 2009. *Vox. Sang.* 2012; 102(1):82-90.
 - Burkitbaev Zh.K., Abdrakhmanova S.A., Savchuk T.N., Zhiburt E.B. Implementation of NAT screening of infections in blood donors of the Republic of Kazakhstan. *Klinicheskaya Laboratornaya Diagnostika*. 2017; 62(3):154-6. DOI: 10.18821/0869-2084-2017-62-3-154-156. (in Russian)
 - Krivososova N.V., Zeyler E.I., Rabota V.Ya., Kozhemyako O.V. Experience of conducting NAT screening of seronegative blood samples of donors in the KGBUZ KSPK in 2013-2016. *Zdravookhranenie Dal'nego Vostoka*. 2017; 1(71):94-7. (in Russian)