

## МОНИТОРИНГ ДОМИНИРУЮЩИХ КИШЕЧНЫХ ВИРУСОВ В СТОЧНОЙ ВОДЕ КАК ВОЗМОЖНОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОГО НАДЗОРА ЗА ВИРУСНЫМИ ОСТРЫМИ КИШЕЧНЫМИ ИНФЕКЦИЯМИ

Т. В. Амвросьева, Н. В. Поклонская, И. В. Бельская, Ю. Б. Колтунова,  
Ю. А. Шилова

Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии,  
Минск, Беларусь

*Введение.* Мониторинг кишечных вирусов в сточной воде – новый эпидемиологический подход, позволяющий отследить интенсивность их циркуляции среди людей.

*Цель исследования* – провести и проанализировать параллельные мониторинговые исследования сточных вод и биологического материала пациентов с вирусными острыми кишечными инфекциями (ОКИ) в отношении актуальных их возбудителей, отобранных в разных регионах Республики Беларусь.

*Материал и методы.* Методом ПЦР в режиме реального времени исследовали 403 образца сточной воды и 381 пробу фекалий от пациентов с ОКИ, отобранных в разных регионах Беларуси.

*Результаты.* У пациентов с ОКИ чаще всего обнаруживались ротавирусы А (20,4%) и норовирусы 2 геногруппы (10,2%), тогда как аденовирусы F (2,2%), энтеровирусы (0,8%) и норовирусы 1 геногруппы (0,3%) выявлялись довольно редко. В сточных водах доминировали аденовирусы F (25,9%), ротавирусы А (18,4%) и энтеровирусы (13,4%), норовирусы 2 (6,8%) и норовирусы 1 геногрупп детектировались значительно реже (1,5%). Выявлены определенные различия в доле структуры возбудителей вирусных ОКИ, присутствующих у пациентов и обнаруженных в сточных водах, что указывает на активную скрытую циркуляцию некоторых из них (аденовирусов F и энтеровирусов).

В одной из проб сточной воды выявлен коронавирус SARS-CoV-2. Проведенное секвенирование и биоинформационный анализ его нуклеотидной последовательности выявили 100% сходство с последовательностями изолятов, идентифицированных у пациентов с COVID-19.

*Выводы.* Полученные данные указывают на перспективность исследований по мониторингу кишечных вирусов в сточных водах с целью повышения эффективности эпидемиологического надзора за циркулирующей известными возбудителями ОКИ и выявления новых и вновь появляющихся кишечных патогенов.

**Ключевые слова:** кишечные вирусы, ОКИ, лабораторная диагностика, SARS-CoV-2, сточная вода.

## THE MONITORING OF DOMINANT ENTERIC VIRUSES IN WASTEWATER AS AN OPPORTUNITY TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF EPIDEMIOLOGICAL SURVEILLANCE OF ACUTE VIRAL INTESTINAL INFECTIONS

T. V. Amvrosieva, N. V. Paklonskaya, I. V. Belskaya, Y. B. Koltunova, Y. A. Shilova  
The Republican Research and Practical Center for Epidemiology and Microbiology, Minsk,  
Belarus

*Background.* The monitoring of enteric viruses in wastewater is a new epidemiological approach allowing to detect the intensity of their circulation in humans.

*The aim of the study* is to conduct and analyze parallel monitoring studies of wastewater and biological material from patients with acute viral intestinal infections (AEI) selected from different regions of the Republic of Belarus in terms of their actual pathogens.

*Material and methods.* 403 samples of wastewater and 381 samples of feces from patients with AEI, collected in different regions of Belarus, were examined by real-time PCR.

*Results.* In patients with AEI, rotaviruses A (20,4%) and noroviruses of the genogroup 2 (10,2%) were most often detected, while adenoviruses F (2,2%), enteroviruses (0,8%) and noroviruses 1 (0,3%) were found quite rarely. Adenoviruses F (25,9%), rotaviruses A (18,4%) and enteroviruses (13,4%) dominated in wastewater samples while noroviruses 2 (6,8%) and noroviruses 1 were detected much less frequently (1,5%). Certain differences were revealed in the percentage of viral AEI pathogens present in patients and those found in wastewater, that indicates active hidden circulation of some of them (adenoviruses F and enteroviruses).

SARS-CoV-2 coronavirus was detected in one of the wastewater samples. The conducted sequencing and bioinformatic analysis of its nucleotide sequence showed 100% similarity with the sequences of isolates identified in patients with COVID-19.

*Conclusions. The obtained data indicate the potential of the studies based on monitoring of intestinal viruses in wastewater in order to increase the effectiveness of epidemiological surveillance of known AEI pathogens circulation and to identify new and emerging ones.*

**Keywords:** *intestinal viruses, AEI, laboratory diagnostics, SARS-CoV-2, wastewater.*

**Автор, ответственный за переписку:**

Амвросьева Тамара Васильевна, д-р мед. наук, проф.; ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены и эпидемиологии»; e-mail: amvrosieva@gmail.com

**Corresponding author:**

Amvrosieva Tamara Vasilievna, PhD, MD (Medicine), Professor; The Republican Research and Practical Center for Epidemiology and Microbiology; e-mail: amvrosieva@gmail.com;

**Для цитирования:** Мониторинг доминирующих кишечных вирусов в сточной воде – как возможность повышения эффективности эпидемиологического надзора за вирусными острыми кишечными инфекциями / Т. В. Амвросьева, Н. В. Поклонская, И. В. Бельская, Ю. Б. Колтунова, Ю. А. Шилова // Гепатология и гастроэнтерология. 2020. Т. 4, № 2. С.201-206. <https://doi.org/10.25298/2616-5546-2020-4-2-201-206>.

**For citation:** Amvrosieva TV, Paklonskaya NV, Belskaya IV, Koltunova YB, Shilova YA. Monitoring of dominant enteric viruses in wastewater – as an opportunity to improve the efficiency of epidemiological surveillance of acute viral intestinal infections. *Hepatology and Gastroenterology*. 2020;4(2):201-206. <https://doi.org/10.25298/2616-5546-2020-4-2-201-206>.

**Введение**

По современным данным, на долю кишечных инфекций вирусной этиологии приходится до 75% всех случаев диарейных заболеваний, регистрируемых в мире. Экономический ущерб, наносимый этой группой инфекций, чрезвычайно высок вследствие их массовости и отсутствия эффективных мер профилактики и контроля. Разработанные в настоящее время вакцины в отношении ротавирусной инфекции направлены в первую очередь на предотвращение тяжелых форм болезни и их применение не позволит полностью решить проблемы вирусных острых кишечных инфекций (ОКИ) в связи с чрезвычайным многообразием их возбудителей. Исходя из этого, в настоящее время усилия международного научного сообщества направлены на разработку новых подходов и методов, позволяющих адекватно оценивать и прогнозировать эпидемиологическую ситуацию с целью своевременной профилактики заболеваемости.

Оригинальное эпидемиологическое решение этой задачи – динамическое наблюдение (мониторинг) за скрытой циркуляцией возбудителей, основанное на регулярных исследованиях сточных вод. Известно, что в процессе детекции вирусов в биологическом материале пациентов с ОКИ регистрируется только «верхушка айсберга», так как практически для всех кишечных патогенов широко распространено так называемое бессимптомное носительство, и именно бессимптомные носители часто являются источником инфекции для окружающих. Проведенные в последние годы исследования французских и японских ученых свидетельствовали о том, что концентрация кишечных вирусов в сточной воде достоверно коррелировала с уровнем вызываемой ими заболеваемости, а новые генотипы и геноварианты идентифицировались в пробах сточной воды до того, как стали широко выявляться у заболевших [1, 2]. Данные возможности слежения за актуальными возбудителями вирусных инфекций активно обсуждаются в

настоящее время в контексте повышения эффективности эпидемиологического надзора за новой коронавирусной инфекцией COVID-19 [3, 4]. В ряде стран (Германия, Австралия, Новая Зеландия) уже проводятся исследования (и небезуспешно) по выявлению коронавируса SARS-CoV-2 в необработанных хозяйственно-бытовых стоках [5, 6, 7], а некоторые государства изучают свои возможности для их осуществления.

Исходя из изложенного выше, нами инициирован пилотный проект по мониторингу доминирующих кишечных вирусов в сточной воде и у пациентов с ОКИ. Одним из конечных его продуктов будет карта динамического наблюдения за циркуляцией возбудителей на популяционном и внешнесредовом уровнях, основу которой составят результаты выполненного молекулярно-эпидемиологического анализа.

**Цель исследования** – провести и проанализировать параллельные мониторинговые исследования сточных вод и биологического материала пациентов с вирусными ОКИ в отношении актуальных их возбудителей, отобранных в разных регионах Республики Беларусь.

**Материал и методы**

В период с января по август 2020 г. исследована 381 проба биологического материала (фекалии) пациентов с ОКИ (31 – из г. Витебска и Витебской обл., 60 – из г. Гомеля и Гомельской обл., 40 – из г. Гродно и Гродненской обл., 42 – из г. Минска, 64 – из Минской обл., 144 – из г. Могилева и Могилевской обл.), а также 403 образца сточной воды (72 – из г. Витебска и Витебской обл., 28 – из г. Гомеля и Гомельской обл., 50 – из г. Гродно и Гродненской обл., 86 – из г. Минска, 133 – из Минской обл., 34 – из Могилева и Могилевской обл.).

Исследования по выявлению генетического материала возбудителей вирусных ОКИ – ротавируса А, норовирусов 1 и 2 геногрупп, аденовирусов F, энтеровирусов осуществляли методом ПЦР в режиме реального времени.

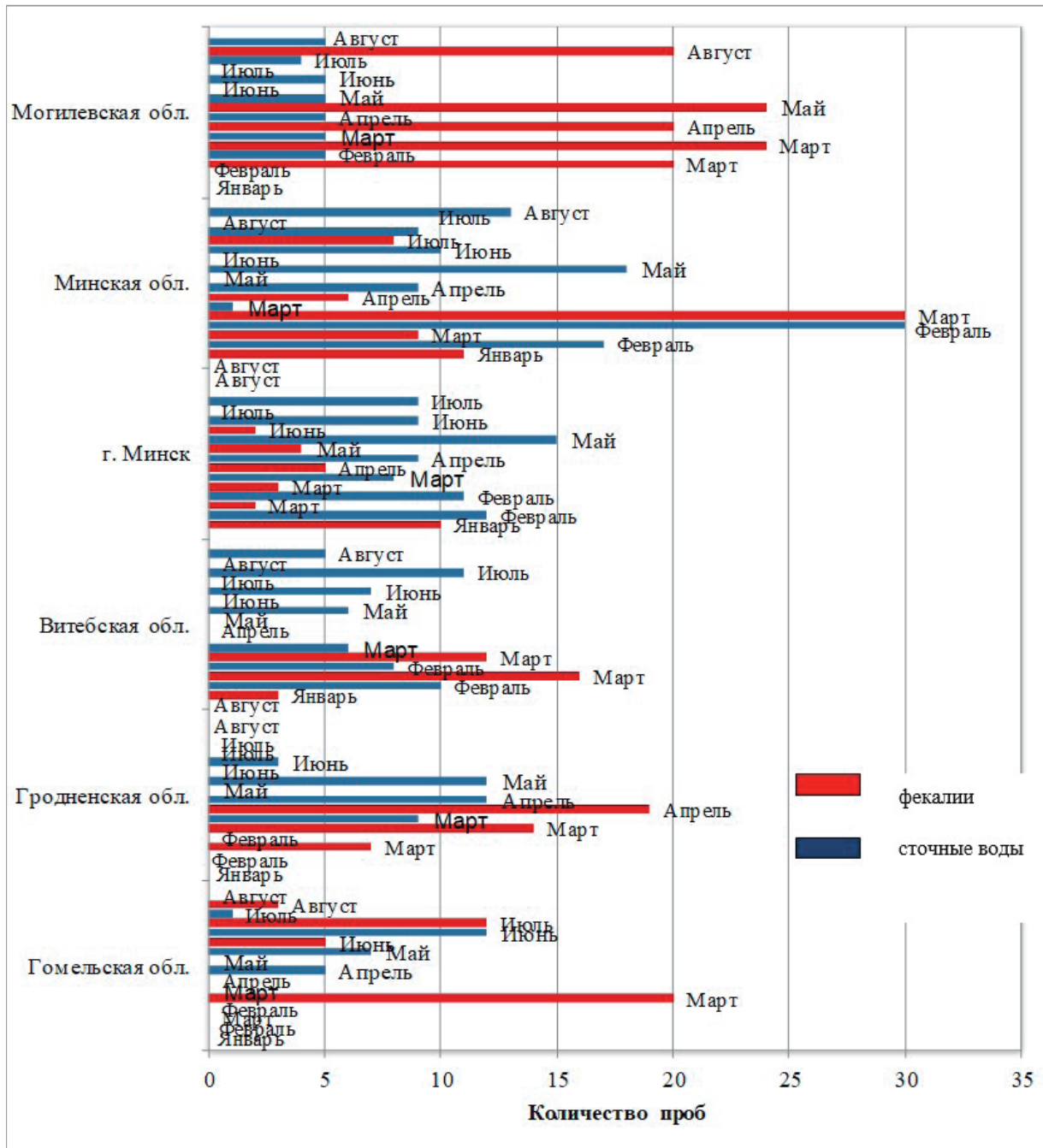


Рисунок 1. – Поступление материала для исследований из разных регионов страны с января по август 2020 г.  
 Figure 1. – Receipt of material for research from various regions of the country from January to August

Для выделения вирусных нуклеиновых кислот применяли коммерческие наборы «НК-экстра» (РНПЦ эпидемиологии и микробиологии, Беларусь), для постановки ОТ-ПЦР в одной пробирке – «Набор для выявления ДНК (РНК) кишечных вирусов методом ПЦР с гибридационно-флюоресцентной детекцией «ОКВИ-ПЦР» (РНПЦ эпидемиологии и микробиологии, Беларусь).

Детекцию РНК SARS-CoV-2 проводили с использованием тест-системы «АртТест Covid-19» (АртБиотех, Беларусь). Секвенирование осуществляли с использованием специфических праймеров комплементарных последовательностей гена Np, кодирующего нуклеопротеин

SARS-CoV-2. Продукты реакции циклического секвенирования анализировали с помощью SEQ8000 («Beckman Coulter»). Расшифрованные нуклеотидные последовательности обрабатывали с использованием MEGA 7.0.

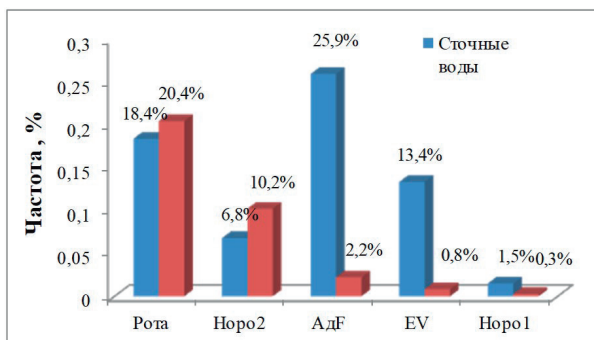
### Результаты и обсуждение

Для получения репрезентативной выборки и разработки схемы динамического наблюдения за скрытой циркуляцией кишечных вирусов в популяции исследования проб стула от пациентов из разных регионов страны и проб сточной воды из тех же регионов проводились параллельно (рис. 1).

Из представленных данных видно, что количество отобранных 6 региональными лабораториями проб существенно варьировало (из Брестской области материал для исследований не отбирался).

Частота обнаружения разных типов кишечных вирусов в фекалиях пациентов и сточной воде существенно различалась (рис. 2). Вполне предсказуемо у пациентов с ОКИ чаще всего обнаруживались ротавирусы А (20,4%), и норовирусы 2 геногруппы (10,2%), тогда как аденовирусы F (2,2%), энтеровирусы (0,8%) и норовирусы 1 (0,3%) выявлялись довольно редко. В пробах сточной воды доминировали аденовирусы F (25,9%), ротавирусы А (18,4%) и энтеровирусы (13,4%), а норовирусы 2 (6,8%) и норовирусы 1 обнаруживались значительно реже (1,5%).

Следует отметить, что за 8 месяцев 2020 г. в сравнении с результатами прошлых лет все типы кишечных вирусов выявлялись значительно реже. Нельзя исключать, что причиной этому стало более строгое соблюдение правил личной и общественной гигиены на фоне принятых противоэпидемических мер в связи с пандемией COVID-19.



**Рисунок 2.** – Частота выявления разных типов кишечных вирусов у пациентов с ОКИ и в пробах сточных вод  
**Figure 2.** – The frequency of detection of different types of enteric viruses in patients with acute respiratory infections and in waste water samples

Обнаруживаемые различия в частоте выявления вирусов у пациентов и в сточной воде, по-ви-

димому, можно объяснить разной частотой их бессимптомного носительства в популяции. Чем больше доля их бессимптомного носительства, тем выше частота выявления в сточной воде при сравнительно небольшой их доле у пациентов с ОКИ.

К таким возбудителям, согласно полученным данным, можно отнести аденовирусы F и энтеровирусы. Кроме того, высокий процент обнаружения аденовирусов F в пробах сточной воды логично связать с их большей устойчивостью, по сравнению с другими кишечными вирусами, в окружающей среде. Это обусловлено тем, что геном аденовирусов представлен молекулой ДНК, тогда как остальные кишечные вирусы являются РНК-содержащими. Что же касается норовирусов 1 и 2 геногрупп, то эти возбудители достаточно часто вызывают инфекцию, характеризующуюся легким течением. Поэтому многие заболевшие не обращаются за медицинской помощью и остаются вне поля зрения, за счет чего уровень присутствия возбудителей в сточной воде может быть выше, чем у пациентов, попавших в медицинские учреждения.

Анализ полученных данных по регионам также выявил существенные различия в частоте обнаружения одних и тех же типов вирусов в сточной воде и фекалиях (табл. 1). Так, ротавирусы А в образцах фекалий пациентов с ОКИ чаще всего выявлялись в Гродненской обл. (32,5%), реже всего – в Могилевской обл. (8,3%). При этом в Могилевской обл. обнаружено максимально высокое содержание этого возбудителя в пробах сточной воды (63,6%). Реже всего ротавирусы А обнаруживались в пробах сточной воды из Витебской области. Наиболее высокий уровень регистрации норовирусов 2 был зарегистрирован у пациентов с ОКИ в Витебской области (29,0%), тогда как в фекалиях пациентов из г. Минска норовирусы 2 не определялись. Чаще всего норовирусы 2 обнаруживались в пробах сточной воды из Гомельской области (22,2%), реже всего (2,0%) в пробах из Гродненской области.

**Таблица 1.** – Частота обнаружения доминирующих типов кишечных вирусов в разных регионах страны (%)

**Table 1.** – Frequency of detection of dominant types of enteric viruses in different regions of the country (%)

Вирусы	Витебская		Гомельская		Гродненская		Минск		Минская		Могилевская	
	ст. вода	фекалии	ст. вода	фекалии	ст. вода	фекалии	ст. вода	фекалии	ст. вода	фекалии	ст. вода	фекалии
Рота	9,9	19,4	29,6	20,0	20,0	32,5	11,6	26,2	13,2	12,5	63,6	8,3
Норо2	4,2	29,0	22,2	2,5	2,0	10,0	2,3	0,0	7,0	4,7	12,1	7,6
Адено F	36,6	0,0	33,3	10,0	26,0	0,0	18,6	0,0	19,4	1,6	0,0	1,4
Энтеро	21,1	0,0	3,7	0,0	26,0	0,0	11,6	4,8	7,0	1,6	0,0	0,0
Норо1	0,0	3,2	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	6,1	0,0

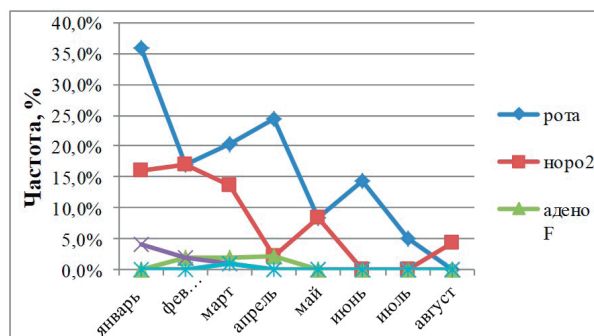


Наиболее высокая частота детекции аденовирусов F имела место у пациентов с ОКИ из Гомельской области (10%), тогда как в Витебской, Гродненской областях и в г. Минске эти возбудители у заболевших не выявлялись. При этом на большинстве территорий среди детектируемых возбудителей в пробах сточной воды доминировали аденовирусы F: частота их выявления колебалась в пределах 18,6-36,6% во всех областях, кроме Могилевской.

Энтеровирусы редко выявлялись у пациентов с ОКИ на всех территориях (4,8% в структуре положительных проб), хотя регулярно обнаруживались в пробах сточной воды на всей территории республики (11,6-36,6%).

Норовирусы 1 были выявлены в пробах фекалий пациентов с ОКИ только на территории Витебской области (3,2%). В пробах сточной воды их наличие зарегистрировано в Гродненской, Минской и Могилевской областях (2,0-6,1%).

Результаты детекции генетического материала кишечных вирусов у пациентов с ОКИ и в сточной воде по месяцам представлены на рисунках 3 и 4.

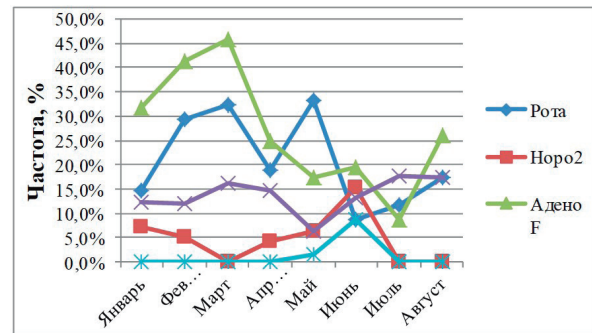


**Рисунок 3.** – Выявление кишечных вирусов у пациентов с ОКИ по месяцам 2020 г.  
**Figure 3.** – Detection of intestinal viruses in patients with AEI by months of 2020

Как видно из рисунка 3, в период с января по август регистрировалось постепенное снижение доли пациентов, в пробах которых обнаруживались ротавирусы А (с 36 до 5%) и норовирусы (с 16 до 4,3%). Аденовирусы F детектировались в феврале-апреле у 1,9-2,0% пациентов, энтеровирусы – в январе-марте у 4,0-1,0% пациентов.

В сточной воде имели место существенные колебания частоты выявления ротавирусов А с пиками в феврале, марте и мае и минимальным значением в июне (рис. 4).

Аденовирусы F обнаруживали постепенное снижение их доли в сточной воде с марта по июль с дальнейшим ростом до 25% в августе. Важно, что энтеровирусы, для которых характерна выраженная сезонность, обнаруживались в сточной воде на более-менее одинаковом уровне (10-17%) в течение всего периода наблюдения. Частота обнаружения норовирусов



**Рисунок 4.** – Выявление кишечных вирусов в пробах сточной воды по месяцам 2020 г.

**Figure 4.** – Detection of intestinal viruses in wastewater samples by months of 2020

2 колебалась в пределах 4-7%, с пиком в июне (15%) и спадом до 0% в июле-августе.

Как указывалось выше, результаты вирусологического мониторинга сточной воды, проводимого одновременно с детекцией кишечных вирусов у пациентов с ОКИ, позволяют получить дополнительную информацию об уровне их скрытой циркуляции в популяции в целом. В наших исследованиях максимальная доля выявления ротавирусов А в пробах сточной воды регистрировалась в зимне-весенние месяцы – период, на который приходится пик вызываемой ими заболеваемости. Преобладание аденовирусов F в сточной воде свидетельствовало об активной скрытой циркуляции этого кишечного патогена в популяции. Исходя из этого, очевидно, что полученный результат лабораторной диагностики ОКИ, связанных с аденовирусами F, скорее всего, не отражает их реальный вклад в формирование заболеваемости. Стабильно высокая частота обнаружения энтеровирусов в сточной воде при достаточно редком их выявлении у пациентов с ОКИ также указывает на их активную скрытую циркуляцию среди населения. Вполне вероятно, что высокая частота детекции этих возбудителей в сточной воде обусловлена широким распространением их бессимптомного носительства здоровыми людьми.

В связи с тем, что в 2020 г. серьезным вызовом мирового масштаба стала пандемия COVID-19, вызванная новым коронавирусом SARS-CoV-2, одним из направлений наших исследований было изучение возможности выявления данного возбудителя в пробах сточной воды. Результаты исследований зарубежных авторов свидетельствовали о выделении возбудителя с фекалиями пациентов с COVID-19 и присутствии его в сточных водах [8, 9, 10]. В ряде случаев в них он обнаруживался на 3-7 дней раньше, чем был зарегистрирован рост заболеваемости COVID-19 среди населения [3].

В рамках настоящих исследований на предмет выявления ПНК SARS-CoV-2 проанализирована 381 проба сточных вод из разных регионов,

собранных с февраля по август 2020 г., одна из которых оказалась положительной (отобрана в г. Горки Могилевской обл. в июне 2020 г).

С целью дальнейшей молекулярной идентификации возбудителя было проведено секвенирование фрагмента генома обнаруженного в сточной воде изолята и сравнение его с нуклеотидными последовательностями коронавируса SARS-CoV-2, полученного от пациентов с COVID-19 (штаммы hCoV-19/Belarus/ChVir2070/2020, код доступа EPI\_ISL\_451948, hCoV-19/Belarus/ChVir2073/2020, код доступа EPI\_ISL\_419693 из базы данных GISAID). Вы-

полненный биоинформационный анализ выявил 100% сходство фрагментов нуклеотидной последовательности «клинических» и выявленного в сточной воде «внешнесредового» изолятов.

### Выводы

Полученные данные указывают на перспективность исследований по мониторингу кишечных вирусов в сточных водах с целью повышения эффективности эпидемиологического надзора за циркуляцией известных возбудителей ОКИ и выявления новых и вновь появляющихся кишечных патогенов.

### References

1. Bisseux M, Colombet J, Mirand A, Rogue-Afonso AM, Abravanel F, Izopet J, Archimbaud C, Peigue-Lafeuille H, Debros D, Bailly JL, Henquell C. Monitoring human enteric viruses in wastewater and relevance to infections encountered in the clinical setting: a one-year experiment in central France, 2014 to 2015. *Euro Surveill.* 2018;23(7):1-11. doi: 10.2807/1560-7917.ES.2018.23.7.17-00237.
2. Kazama S, Miura T, Masago Y, Konta Y, Konta Y, Tohma K, Manaka T, Liu X, Nakayama D, Tanno T, Saito M, Oshitani H, Omura T. Environmental Surveillance of Norovirus Genogroups I and II for Sensitive Detection of Epidemic Variants. *Appl Environ Microbiol.* 2017;83(9):e03406-e03416. doi: 10.1128/AEM.03406-16.
3. World Health Organization. Status of environmental surveillance for SARS-CoV-2 virus. Scientific brief, 5 August 2020 [Internet]. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/333670>
4. Michael-Kordatou I, Karaolia P, Fatta-Kassinos D. Sewage analysis as a tool for the COVID-19 pandemic response and management: the urgent need for optimised protocols for SARS-CoV-2 detection and quantification. *J Environ Chem Eng.* 2020;8(5):104306. doi: 10.1016/j.jece.2020.104306.
5. Sewer surveillance part of Dutch national Covid-19 dashboard [Internet]. Available from: <https://www.dutchwatersector.com/news/sewer-surveillance-part-of-dutch-national-covid-19-dashboard>
6. Covid-19: Sewage could hold the key to stopping new coronavirus outbreaks [Internet]. Available from: <https://edition.cnn.com/2020/06/01/europe/germany-sewage-coronavirus-detection-intl/index.html>
7. Deere D, Sobsey M, Sinclair M, Hill K, White P. Historical Context and Initial Expectations on Sewage Surveillance to Inform the Control of COVID-19 [Internet]. *HealthStream.* 2020;97. Available from: [https://www.waterra.com.au/r9779/media/system/attrib/file/2272/HealthStream\\_Newsletter-97\\_FINAL.pdf](https://www.waterra.com.au/r9779/media/system/attrib/file/2272/HealthStream_Newsletter-97_FINAL.pdf)
8. Wu F, Zhang J, Xiao A, Gu X, Lee WL, Kauffman K, Hanage W, Matus M, Chaeli N, Endo N, Duvallet C, Poyet M, Moniz K, Washburne AD, Erickson TB, Chai PR, Thompson J, Alm EJ. SARS-CoV-2 Titers in Wastewater Are Higher than Expected from Clinically Confirmed Cases. *mSystems.* 2020;5(4):e00614-e006120. doi: 10.1101/2020.04.05.20051540.
9. La Rosa G, Iaconelli M, Mancini P, Bonanno Ferraro G, Veneri C, Bonadonna L, Lucentini L, Suffredini E. First detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewaters in Italy. *Sci. Total Environ.* 2020;736:139652. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.139652.
10. Peccia J, Zulli A, Brackney DE, Grubaugh ND, Kaplan EH, Casanovas-Massana A, Ko A, Malik AA, Wang D, Wang M, Warren JL, Weinbergen DM, Arnold W, Omer SB. Measurement of SARS-CoV-2 RNA in wastewater tracks community infection dynamics. *Nat. Biotechnol.* 2020;38:1164-1167. doi: 10.1038/s41587-020-0684-z.

**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:

Амвросьева Тамара Васильевна, д-р мед. наук, проф.; ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены и эпидемиологии»; e-mail: [amvrosieva@gmail.com](mailto:amvrosieva@gmail.com); ORCID: 0000-0001-7309-152X

Поклонская Наталья Владимировна, канд. биол. наук; ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены и эпидемиологии»; e-mail: [labsanvir@gmail.com](mailto:labsanvir@gmail.com); ORCID: 0000-0001-6431-5050

Бельская Инна Валерьевна; ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены и эпидемиологии»; e-mail: [labsanvir@gmail.com](mailto:labsanvir@gmail.com); ORCID: 0000-0003-4044-6827

Колтунова Юлия Борисовна; ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены и эпидемиологии»; e-mail: [labsanvir@gmail.com](mailto:labsanvir@gmail.com); ORCID: 0000-0002-6488-9422

Шилова Юлия Александровна, канд. мед. наук, доц.; ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены и эпидемиологии»; e-mail: [labsanvir@gmail.com](mailto:labsanvir@gmail.com); ORCID: 0000-0002-4521-6599

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

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

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

#### Information about authors:

Amvrosieva Tamara Vasilievna, PhD, MD (Medicine), Professor; The Republican Research and Practical Center for Epidemiology and Microbiology; e-mail: [amvrosieva@gmail.com](mailto:amvrosieva@gmail.com); ORCID: 0000-0001-7309-152X

Paklonskaya Natalia Vladimirovna, PhD (Medicine); The Republican Research and Practical Center for Epidemiology and Microbiology; e-mail: [labsanvir@gmail.com](mailto:labsanvir@gmail.com); ORCID: 0000-0001-6431-5050

Belskaya Inna Valerevna; The Republican Research and Practical Center for Epidemiology and Microbiology; e-mail: [labsanvir@gmail.com](mailto:labsanvir@gmail.com); ORCID: 0000-0003-4044-6827

Kaltunova Yuliya Barysauna; The Republican Research and Practical Center for Epidemiology and Microbiology; e-mail: [labsanvir@gmail.com](mailto:labsanvir@gmail.com); ORCID: 0000-0002-6488-9422

Shilova Yuliya Alexandrovna, PhD (Medicine), Associate Professor; The Republican Research and Practical Center for Epidemiology and Microbiology; e-mail: [labsanvir@gmail.com](mailto:labsanvir@gmail.com); ORCID: 0000-0002-4521-6599

Поступила: 08.10.2020

Принята к печати: 21.10.2020

Received: 08.10.2020

Accepted: 21.10.2020