

Министерство здравоохранения Республики Беларусь
Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья»
Научно-исследовательский институт гигиены, токсикологии,
эпидемиологии, вирусологии и микробиологии


«Комплексная гигиеническая оценка загрязнения питьевой воды и воды водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования, в том числе цианотоксинами»

Авторы: Дроздова Е.В., Суровец Т.З., Фираго А.В.,
Полоневич А.Г., Булгакова О.А.,
Гуд С.Н., Павловская Т.В.




Научная сессия БГМУ, г.Минск, 30.01.2025

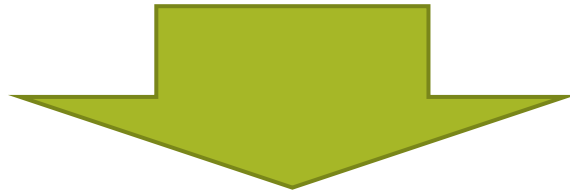
АКТУАЛЬНОСТЬ



в Республике Беларусь проблема цветения водных объектов с позиций влияния на здоровье не изучалась, гигиенические нормативы для цианотоксинов в питьевой воде, воде водных объектов хозяйственно-питьевого и рекреационного водопользования отсутствуют

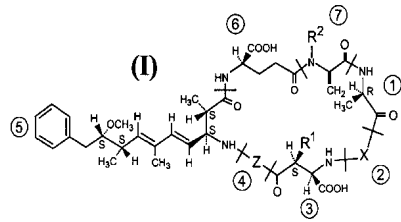


разработка и внедрение научно обоснованных методических подходов для индикации и управления рисками здоровью, ассоциированными с биологическим фактором в воде (продукты цветения водорослей), является актуальной задачей

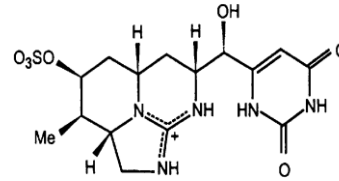


задание 01.11. «Разработать и внедрить метод оценки рисков здоровью при питьевом и рекреационном водопользовании, ассоциированных с цветением водных объектов» подпрограммы «Безопасность среды обитания человека» ГНТП «Научно-техническое обеспечение качества и доступности медицинских услуг», 2021-2025 годы

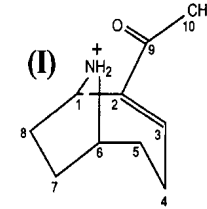
Основные токсины цианобактерий



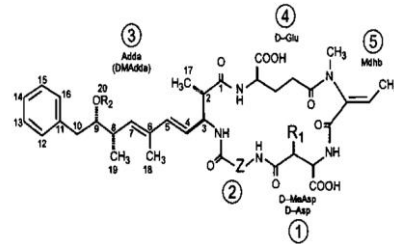
микроцистин



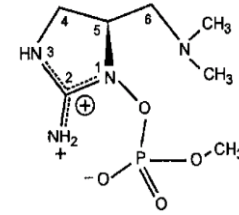
цилиндроспермопсин



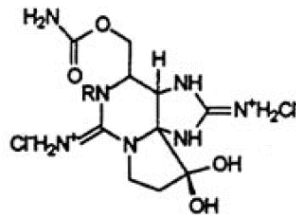
анатоксин-а



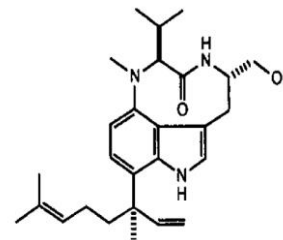
нодулярия -токсин



анатоксин-а(S)



сакситоксин

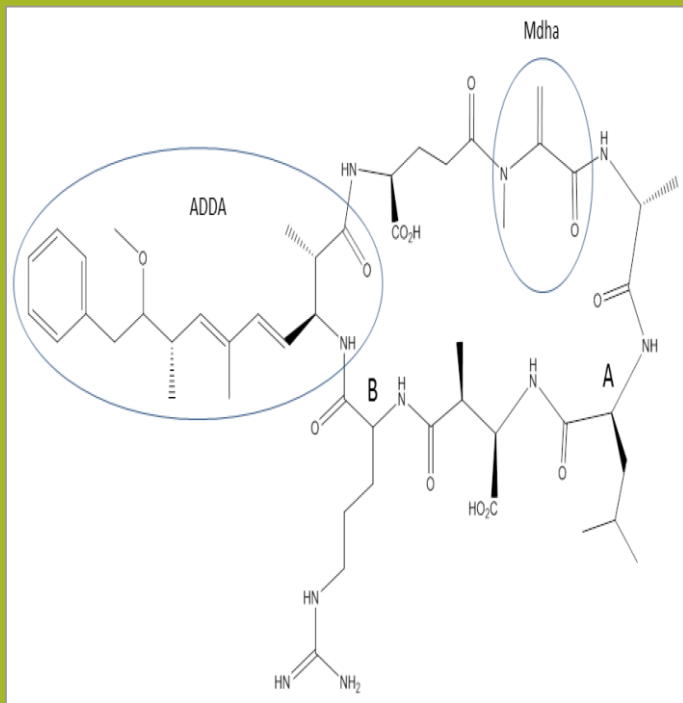


лингбия токсин

Действие токсинов цианобактерий

Группа токсинов	Первичный орган воздействия	Группа цианобактерий
ЦИКЛИЧЕСКИЕ ПЕПТИДЫ		
MICROCYSTINS	ПЕЧЕНЬ	Microcystis, Anabaena, Planktothrix (Oscillatoria), Nostoc, Hapalosiphon, Anabaenopsis
NODULARIN	ПЕЧЕНЬ	Nodularia
АЛКАЛОИДЫ		
ANATOXIN-a	НЕРВНЫЕ СИНАПСЫ	Anabaena, Planktothrix (Oscillatoria), Aphanizomenon
ANATOXIN-a(S)	НЕРВНЫЕ СИНАПСЫ	Anabaena
APLYSIATOXINS	КОЖА	Lyngbya, Schizothrix, Planktothrix (Oscillatoria),
CYLINDROSPERMOPSINS	ПЕЧЕНЬ	Cylindrospermopsis, Aphanizomenon, Umezakia
LYNGBYATOXIN-a	КОЖА, ЖКТ	Lyngbya
SAXITOXINS	НЕРВНЫЕ КЛЕТКИ	Anabaena, Aphanizomenon, Lyngbya, Cylindrospermopsis
LIPOPOLYSACCHARIDES (LPS)	Потенциальный раздражитель, затрагивает любую поверхностную ткань	Все

Микроцистин-LR

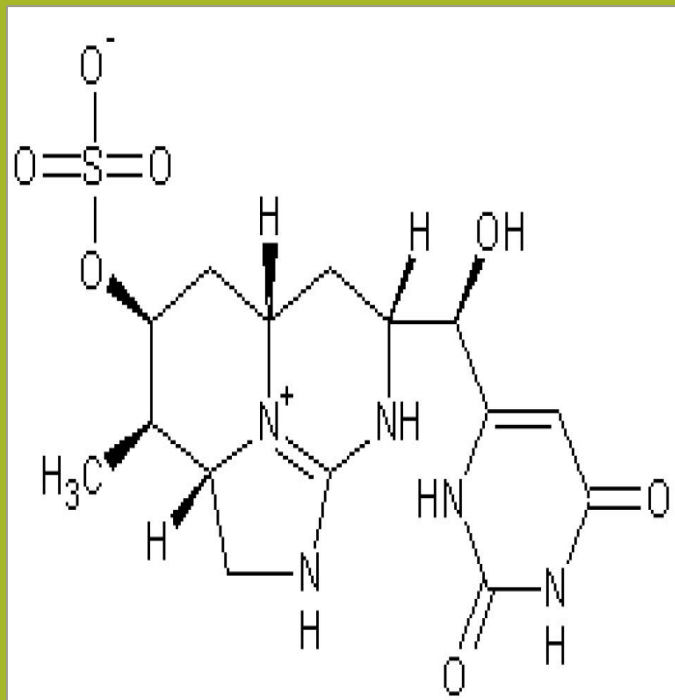


обладает канцерогенным и гепатотоксическим действием

группа 2В - возможный канцероген для человека

ПДК в питьевой воде 1 мкг/л (ВОЗ, 2011)

Цилиндроспермопсин



цитотоксическое действие на клетки печени и почек, раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки

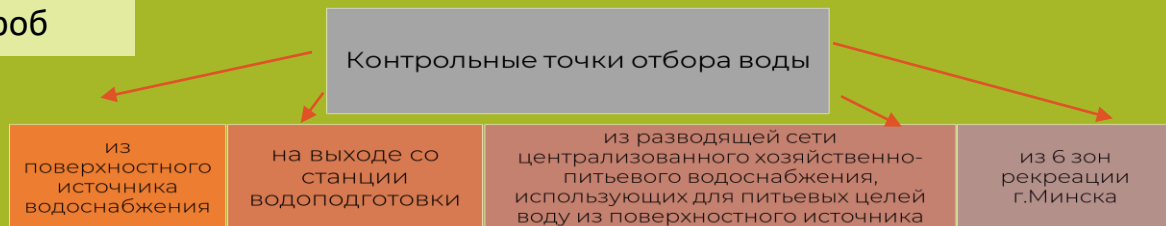
справочное предельно допустимое содержание в питьевой воде – 0,81 мкг/л

Цель – выполнить комплексную гигиеническую оценку загрязнения питьевой воды и воды водных объектов для хозяйственно-питьевого и культурно-бытового (рекреационного) использования, в том числе цианотоксинами.



07.07.2022 – 28.09.2023
25 выездов, 313 проб

Материалы и методы исследований



Точки отбора проб воды, предназначенной для хозяйственно-питьевых целей	Точки отбора проб, предназначенные для рекреационных целей
<p>Резервное водохранилище «Крылово»:</p> <ol style="list-style-type: none">1. точка 1 (насосная станция),2. точка 2 (вход на станцию),3. точка 3 (ориентировочно 50 метров от берега), <p>Очистная водопроводная станция г. Минска:</p> <ol style="list-style-type: none">4. точка 1 (вход воды на ОСВ),5. точка 2 (выход в город). <p>Распределительная сеть г. Минска, в районах с использованием для питьевых целей воды из поверхностного источника:</p> <ol style="list-style-type: none">6. во Фрунзенском районе,7. в Московском районе.	<p>Зоны рекреации:</p> <ol style="list-style-type: none">1. «Заславское».2. «Криница».3. «Дрозды».4. «Цнянское».5. «Комсомольское озеро».6. «Минское море».

Исследования воды по органолептическим и санитарно-химическим показателям

запах, мутность, вкус (ПВ)	ГОСТ 3351-74. Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности;
цветность	ГОСТ 31868-2012. Вода. Методы определения цветности;
pH (ПВ)	СТБ ISO 10523-2009. Качество воды. Определение pH;
аммоний	ISO 14911:1998 Качество воды. Определение содержания растворенных катионов Li^+ , Na^+ , NH_4^+ , K^+ , Mn^{2+} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Sr^{2+} и Ba^{2+} с применением ионной хроматографии;
сухой остаток (ПВ)	ГОСТ 18164-72 Вода питьевая. Метод определения сухого остатка;
общая жесткость (ПВ)	ГОСТ 31865-2012 Вода. Единица жесткости;
цианиды (ПВ)	ГОСТ 31863-2012 Вода питьевая. Метод определения содержания цианидов;
перманганатная окисляемость	ГОСТ Р 55684-2013. Вода питьевая. Метод определения перманганатной окисляемости. Метод Б;
нитраты, нитриты, фосфаты сульфаты, хлориды, фториды (ПВ)	ГОСТ ISO 10304-1-2016 Качество воды. Определение содержания растворенных анионов методом жидкостной ионообменной хроматографии. Часть 1. Определение содержания бромидов, хлоридов, фторидов, нитратов, нитритов, фосфатов и сульфатов;
бор (ПВ)	ГОСТ 31949-2012. Вода питьевая. Метод определения содержания бора;
ПАВ	ГОСТ 31857-2012. Вода питьевая. Методы определения содержания ПАВ (метод 1);
нефтепродукты (ПВ)	ПНД Ф 14.1:2:4.128-98. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природной, питьевой и сточной воды флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат –02»;
фенольный индекс (ПВ)	СТБ 17.13.05-47-2017/ISO 6439:1990. Качество воды. Определение фенольного индекса. Спектрометрический метод с применением 4-аминоантипирина после перегонки;
хлороформ (ПВ)	ИСО 10301-1997. Качество воды. Определение легколетучих галогенизированных углеводов. Методы газовой хроматографии.

ПВ – показатели, которые исследовались дополнительно в питьевой воде

Исследования воды на содержание цианотоксинов (цилиндроспермопсина, микроцистина-LR)

Цилиндро- спермопсин

коммерческая тест-системы
Cylindrospermopsin ELISA
Kit производства Eurofins
Abraxis, США

диапазон измерений от
0,04 мкг/л до 2,00 мкг/л

прямой конкурентный ИФА

Микроцис- тин-LR

АМИ.МН 160-2024

диапазон измерений от
0,20 до 4,0 мкг/дм³

метод ВЭЖХ-МС



Результаты исследований проб воды на содержание цилиндроспермопсина (удельный вес проб с определением цианотоксина)

Место отбора	Число исследованных проб/ % от общего числа проб	Пробы с обнаружениями	
		число	доля (%)
Поверхностный водоисточник (резервуар «Крылово»)	<u>37</u> 23,3 %	22	59,5
ОВС, вход	<u>12</u> 7,5 %	7	58,3
ОВС, выход в город	<u>13</u> 8,2 %	4	30,8
Разводящая сеть	<u>26</u> 16,4 %	8	30,8
Водные объекты в зоне рекреации	<u>71</u> 44,7 %	8	11,3
Водные объекты (поверхностный водоисточник + зона рекреации)	<u>108</u> 67,9 %	30	27,8
ВСЕГО	<u>159</u> 100,0 %	49	30,8

Дроздова, Е. В. Моделирование агрегированной экспозиции химических веществ биологического происхождения при различных видах водопользования на примере приоритетных цианотоксинов / Е. В. Дроздова // Проблемы здоровья и экологии. – 2024. – Т. 21, № 2. – С. 103–116.



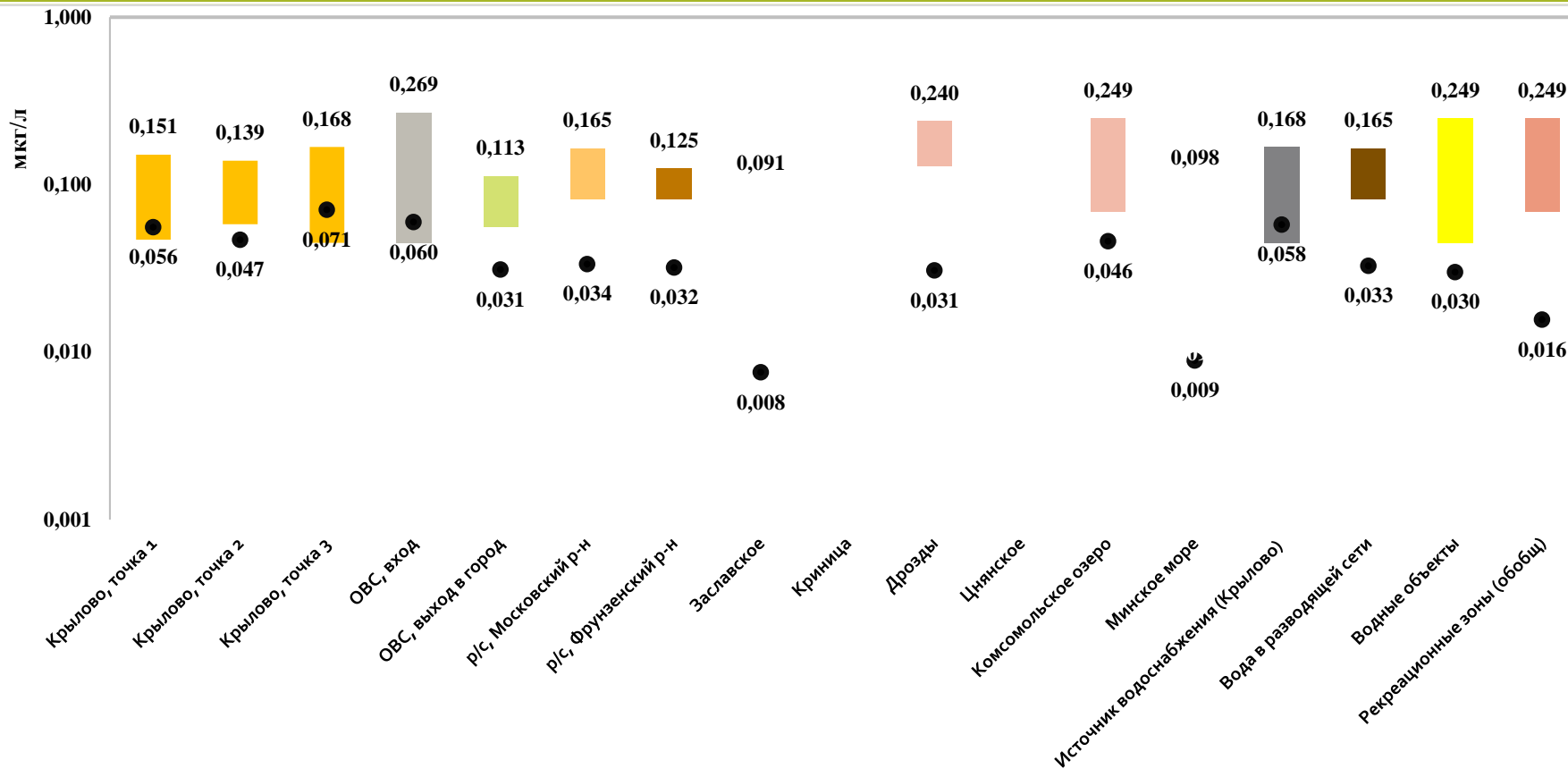


Рисунок – Концентрация цилиндроспермопсина в исследованных пробах воды (диапазон определяемых значений и средние с учетом замены незначущих значений на «0»)



Результаты исследований проб воды на содержание микроцистина-LR (удельный вес проб с определением цианотоксина)

Место отбора	Число исследованных проб/ % от общего числа проб	Пробы с обнаружениями	
		число	доля (%)
Поверхностный водоисточник (резервуар «Крылово»)	<u>73</u> 23,3 %	3	4,1
ОВС, вход	<u>23</u> 7,3 %	0	0
ОВС, выход в город	<u>23</u> 7,3 %	0	0
Разводящая сеть	<u>50</u> 16,0 %	0	0
Водные объекты в зоне рекреации	<u>144</u> 46,0 %	106	73,6
Водные объекты (поверхностный водоисточник + зона рекреации)	<u>217</u> 69,3 %	119	54,8
ВСЕГО	<u>313</u> 100,0 %	109	34,8

Дроздова, Е. В. Моделирование агрегированной экспозиции химических веществ биологического происхождения при различных видах водопользования на примере приоритетных цианотоксинов / Е. В. Дроздова // Проблемы здоровья и экологии. – 2024. – Т. 21, № 2. – С. 103–116.





Концентрация микроцистина-LR в воде водоемов для рекреационного водопользования

Дроздова, Е. В. Моделирование агрегированной экспозиции химических веществ биологического происхождения при различных видах водопользования на примере приоритетных цианотоксинов / Е. В. Дроздова // Проблемы здоровья и экологии. – 2024. – Т. 21, № 2. – С. 103–116.



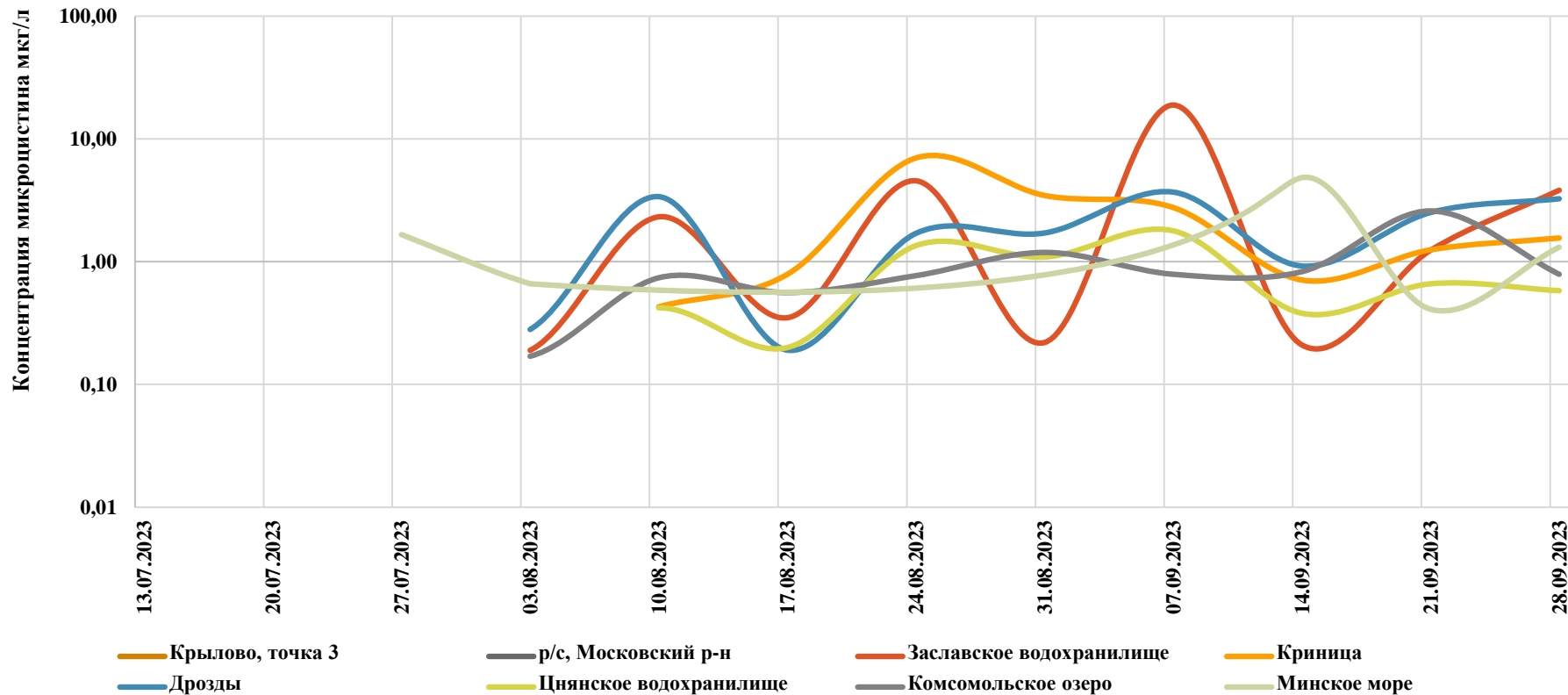
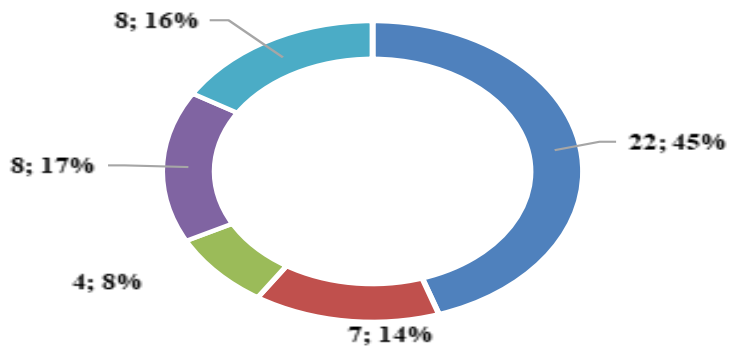
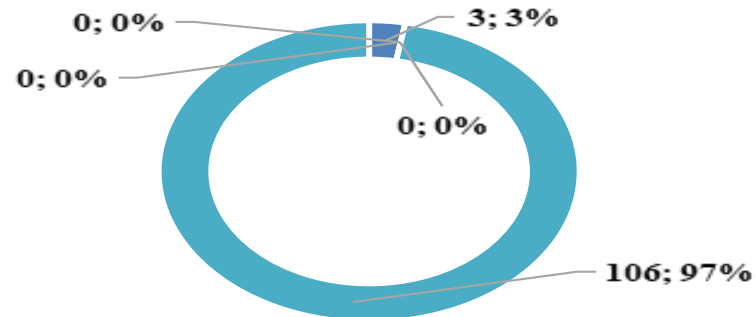


Рисунок – Динамика концентрации микроцистина-LR в воде источников централизованного питьевого водоснабжения, после водоподготовки, в разводящей сети, в воде водоемов для рекреационного водопользования





а) микроцистин-LR



б) цилиндроспермопсин

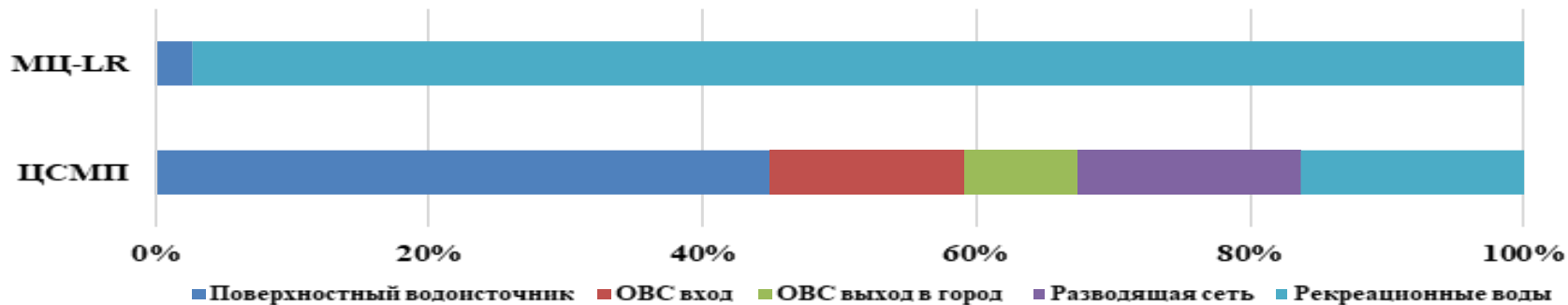


Рисунок – Структура проб воды с определением цианотоксина (> ПКО) по объектам исследования по данным исследований за 2022 год



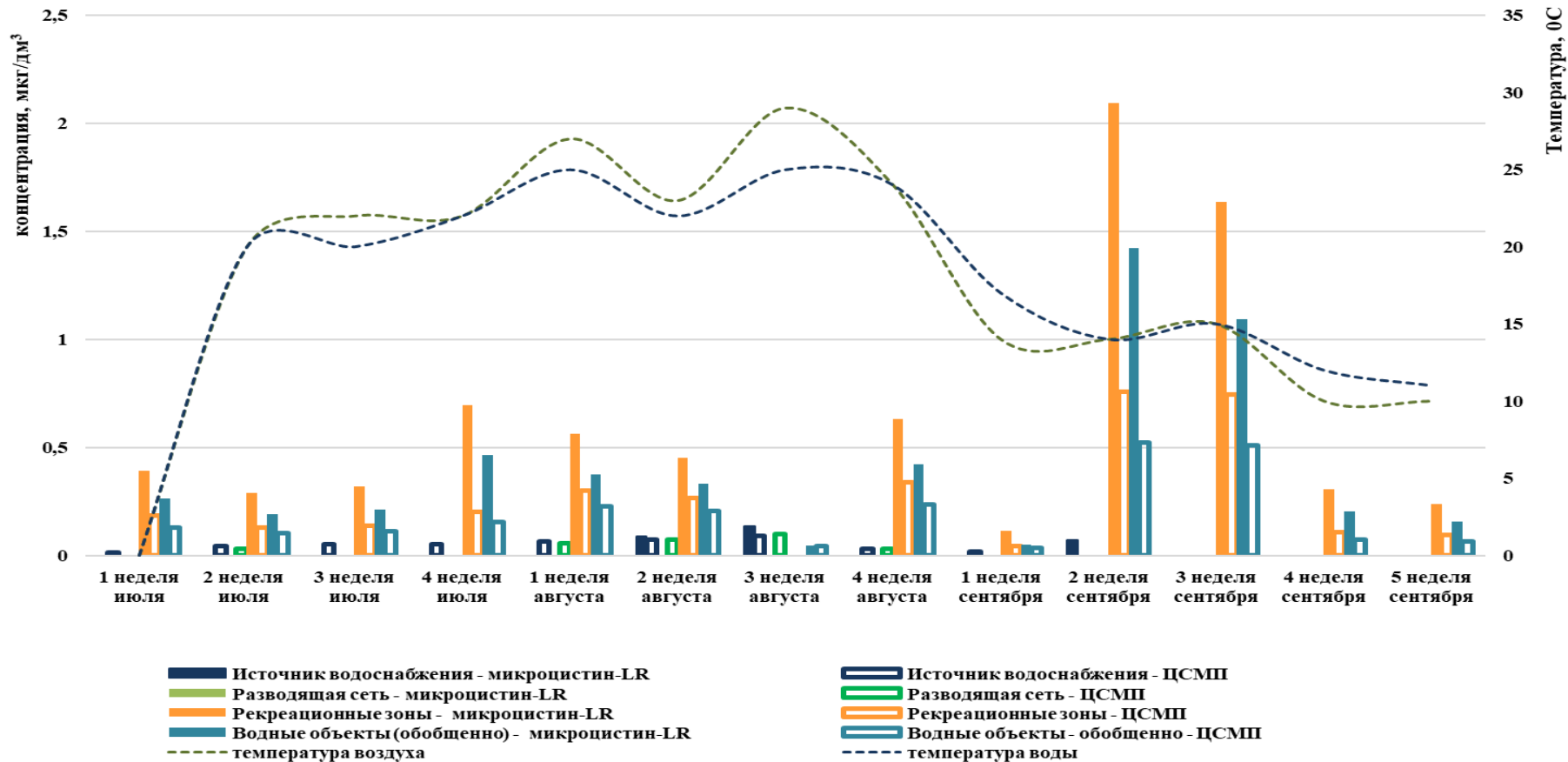


Рисунок – Динамика концентрации цианотоксинов в воде (обобщенно по объектам исследования) и температуры воздуха и воды (2022 г.)



Заключение



в целом рост концентрации цилиндропермопсина коррелировал с ростом температуры воздуха и воды в водном объекте и результатами санитарно-химических исследований: с конца июля наряду с ростом температуры воздуха и воды отмечается увеличение концентрации цилиндропермопсина

корреляция между динамикой концентраций микроцистина-LR и ростом температуры воздуха и воды отсутствует

максимальные значения органолептических показателей, наибольшие уровни азотсодержащих соединений (аммоний-иона), влияющих на цветение водных объектов, отмечены для зон рекреации «Минское море» и «Заславское» при отборе образцов в августе и сентябре

Полученные данные использовались на последующих этапах для моделирования агрегированной экспозиции приоритетными цианотоксинами при различных видах водопользования (хозяйственно-бытовом и рекреационном) с учетом сезонности воздействия.



Спасибо за внимание!
