



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

# «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТЕСТ-МОДЕЛЯХ ПО ИЗУЧЕНИЮ ТОКСИЧНОСТИ И БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ВОД РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ»

Авторы: Суровец Т.З., Дроздова Е.В.,  
Журихина Л.Н., Евсеенкова Е.А.



Научная сессия УО «БГМУ», 30 января 2025 года



# АКТУАЛЬНОСТЬ

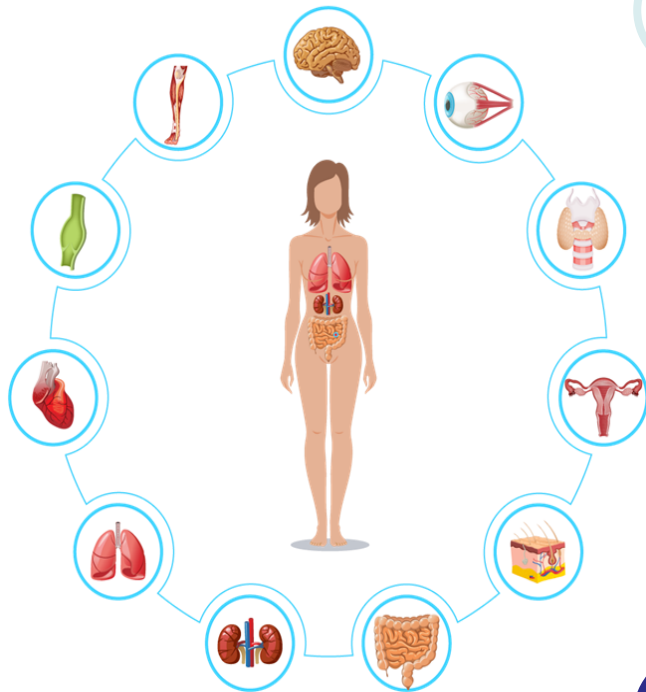
- ионизированные минералы питьевой воды имеют высокие показатели физиологической адекватности, биологической доступности и всасывания
- данные о влиянии жесткости питьевой воды, обусловленной как повышенным, так и пониженным содержанием в ней солей Mg и Ca, на различные органы и системы противоречивы
- измененный минеральный состав питьевой воды может вызывать определенные физиологические сдвиги или патологические состояния

потребление воды, бедной минеральными веществами, оказывает **негативное влияние на механизмы гомеостаза**, обмен минеральных веществ и воды в организме

**механизм** - вымывание внутри- и внеклеточных ионов из биологических жидкостей, их отрицательным балансом, изменяется общее содержание воды в организме и функциональная активность некоторых гормонов, тесно связанных с регуляцией водного обмена



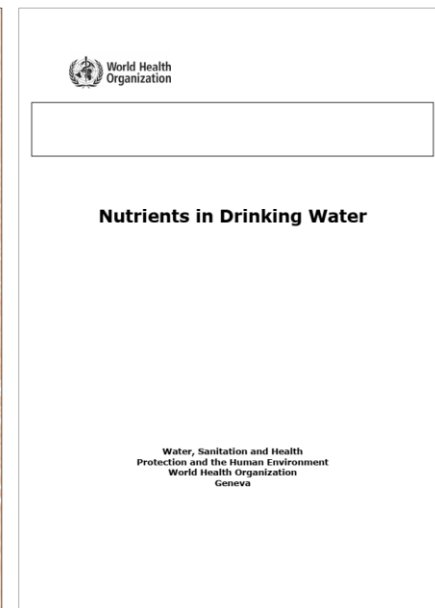
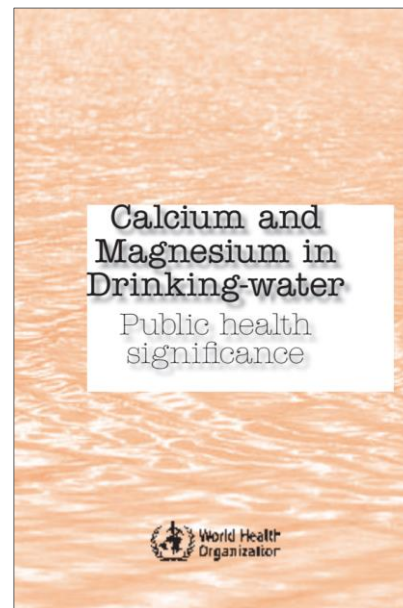
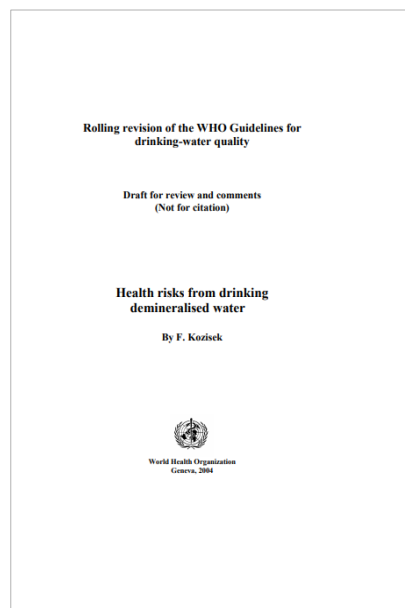
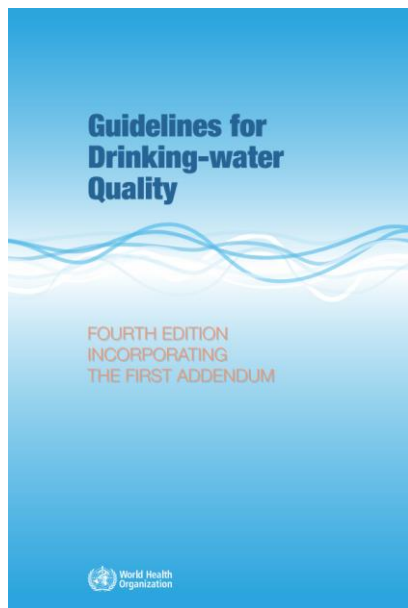
# ОРГАНЫ-МИШЕНИ



**ДАННЫЕ ФРАГМЕНТАРНЫ И ПРОТИВОРЕЧИВЫ!!!**



Всемирная организация  
здравоохранения



## Минерализация

- по органолептическим показателям рекомендован **верхний предел 1000 мг/л**

## Жесткость

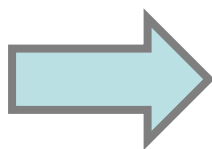
- **не предлагает** какой-либо **рекомендуемой величины** по показателям влияния на здоровье

## Ca и Mg

- оценивает с точки зрения жесткости воды, но не дает отдельных рекомендаций по **min** или **max** содержанию



цель



изучение токсичности и биологического действия вод различной степени минерализации на альтернативных тест-моделях

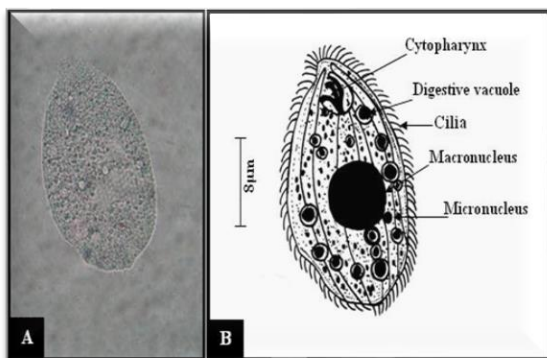




# ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ И БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ВОД РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТЕСТ-МОДЕЛЯХ

1	0 мг/л (контроль)
2	200-500 мг/л
3	1000 мг/л
4	2000 мг/л
5	50 мг/л

**Тест-модель:** популяция одноклеточных эукариотических организмов – инфузорий *T. pyriformis*



Острый (5 ч.) и подострый (24 ч.) эксперимент

Хронический эксперимент  
Численность популяции,  $K_{ad_{24-96}}$

Пролонгированный эксперимент  
Численность популяции,  $K_{ad_{312-384}}$ ,  
Рад



# ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ И БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ВОД РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТЕСТ-МОДЕЛЯХ

## Острый и подострый эксперименты

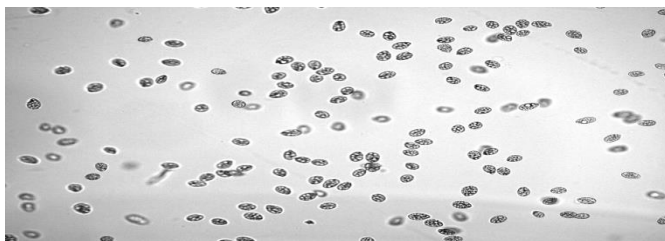
- гибели инфузорий в исследованных образцах не обнаружено

Рассчитать класс опасности не представилось возможным, так как отсутствовали дозы, вызывающие гибель 16, 50 и 84 % особей

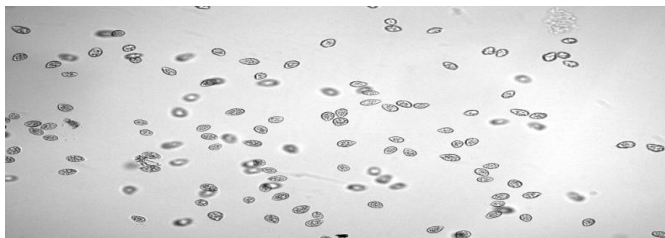
- питьевая вода с различными уровнями минерализации не оказала токсического действия на *Tetrahymena pyriformis*



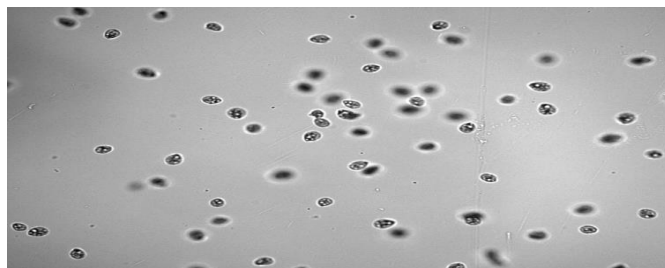
## Популяция *T. pyriformis* в подостром эксперименте



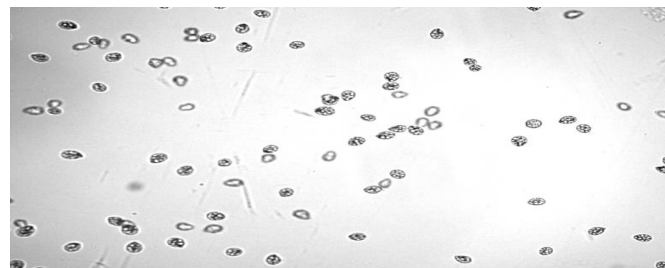
контроль (дистиллированная вода)



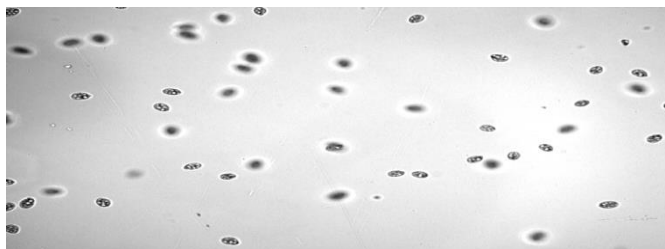
вода с минерализацией **50 мг/л**



вода с минерализацией **200-500 мг/л**



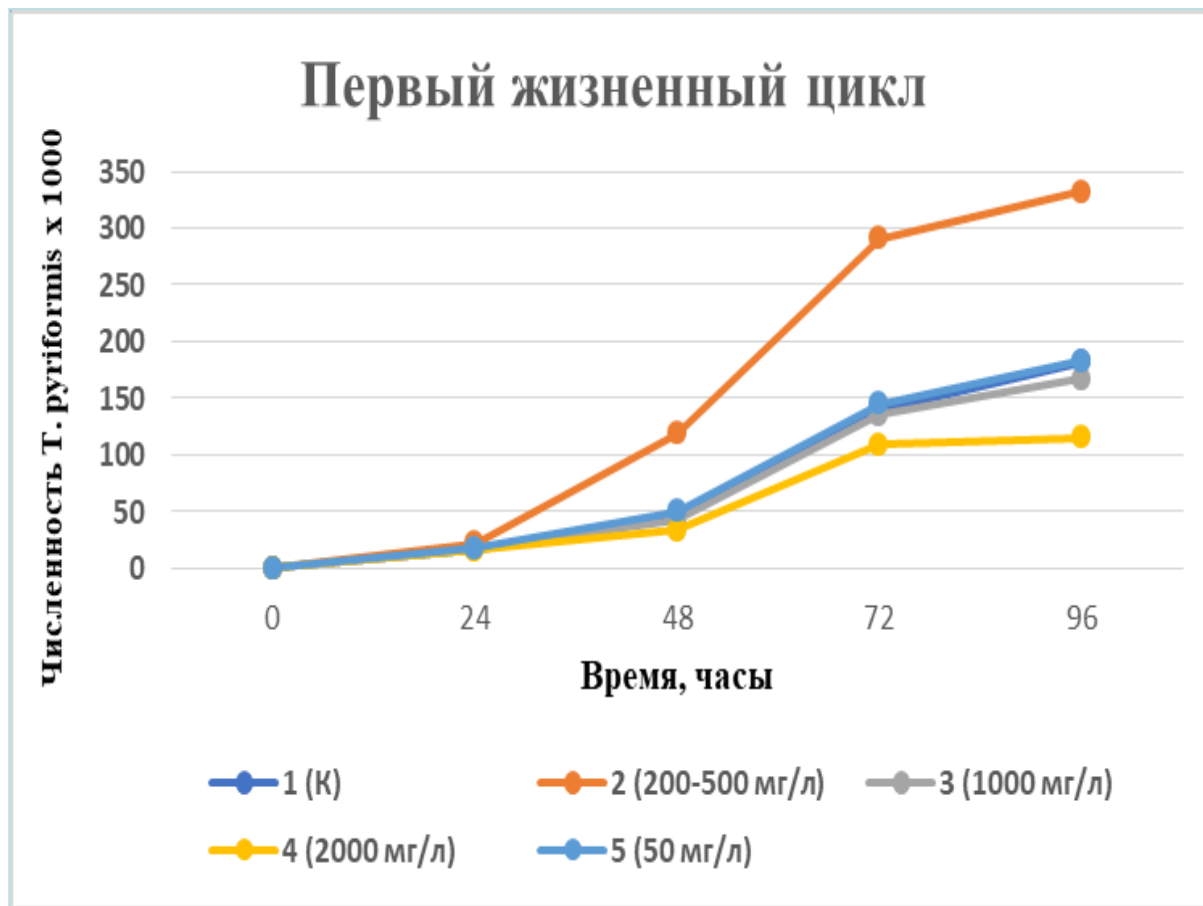
вода с минерализацией **1000 мг/л**



вода с минерализацией **2000 мг/л**



# ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ВОДЫ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ХРОНИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ





# СХЕМА ПОСТАНОВКИ ПРОЛОНГИРОВАННОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

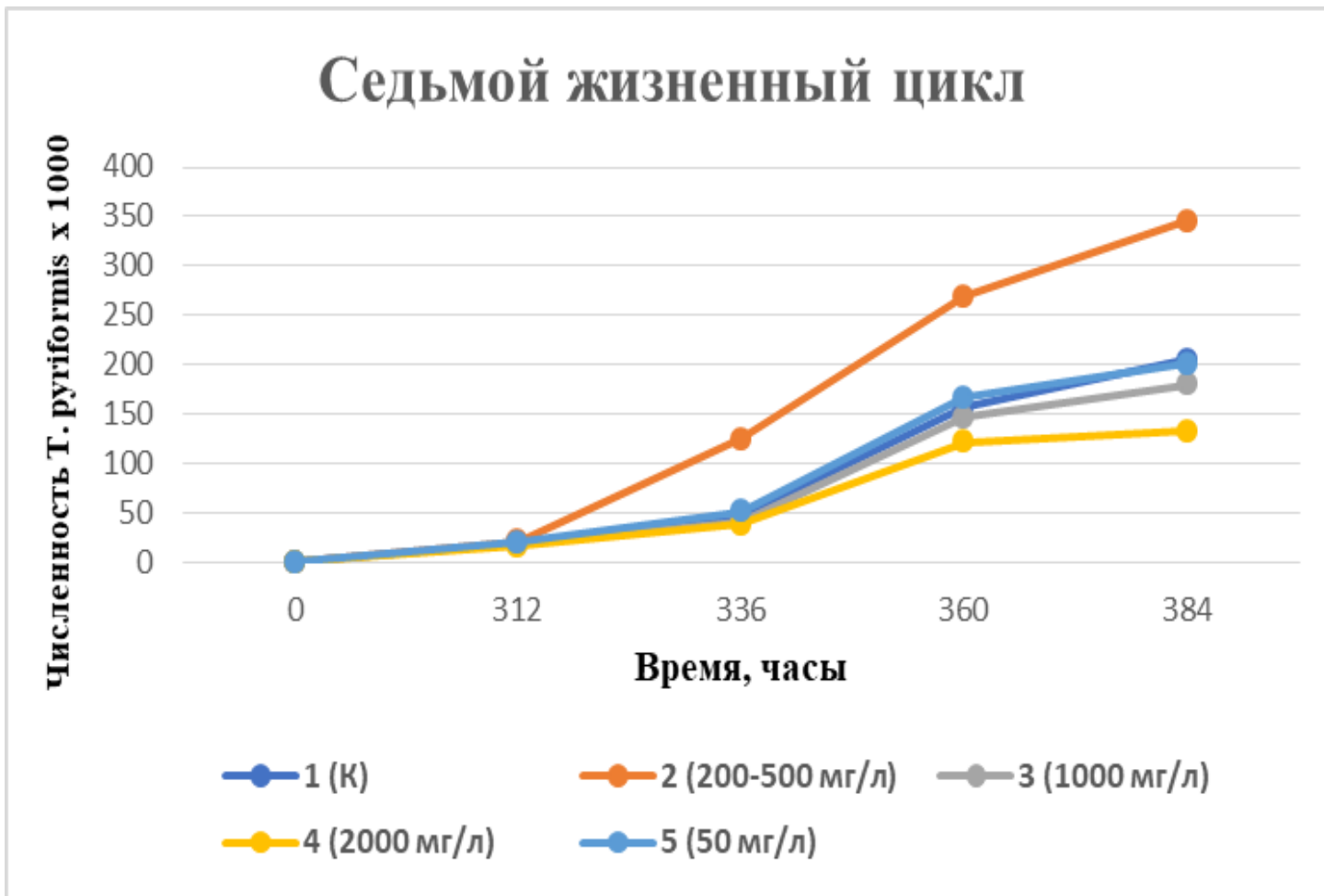
## Логарифмическая фаза роста

<b>24</b>	<b>48</b>	<b>96</b>	<b>144</b>	<b>192</b>	<b>240</b>	<b>288</b>	<b>312</b>	<b>336</b>
<b>72</b>	<b>96</b>						<b>360</b>	<b>384</b>
<b>1-ый жиз- ненный цикл</b>							<b>7-ой жиз- ненный цикл</b>	

Схема представляет наиболее оптимальный вариант постановки эксперимента, отработанный в процессе работы с тест-объектом. Показатели 7-го жизненного цикла позволяют судить об отдаленных эффектах действия объекта.

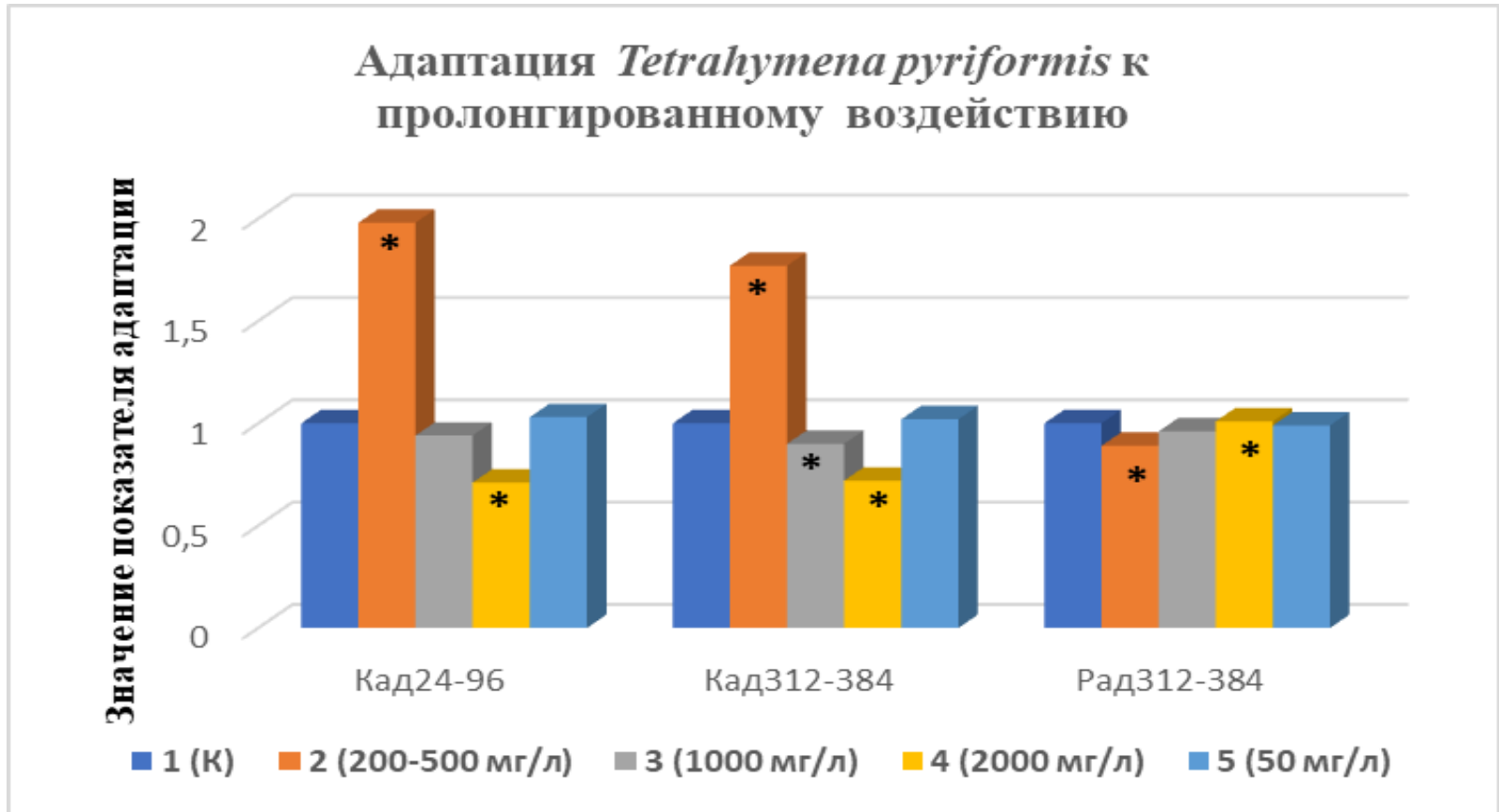


# ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ВОДЫ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ПРОЛОНГИРОВАННОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ





# ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ВОДЫ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ПРОЛОНГИРОВАННОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ



Примечание: \* – статистически значимые изменения по отношению к контролю ( $p < 0,05$ )



# ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ И БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ВОД С УРОВНЕМ МИНЕРАЛИЗАЦИИ 200-500 МГ/Л

1	0 мг/л (контроль)
2	200-500 мг/л (природного состава)
3	200-500 мг/л (с использованием добавки)

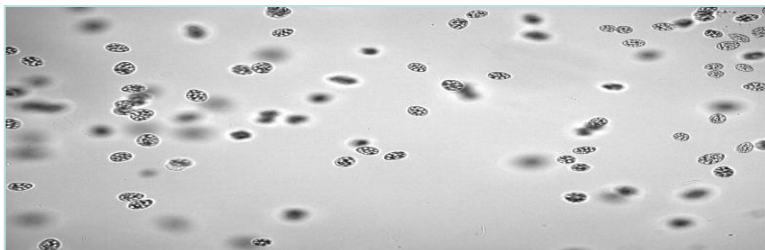
**Хронический эксперимент**  
Численность популяции,  $Kad_{24-96}$



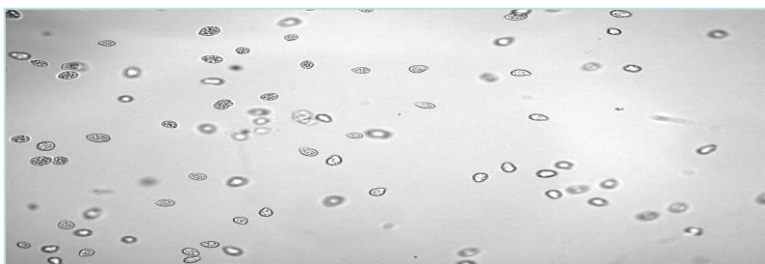
**Пролонгированный эксперимент**  
Численность популяции,  $Kad_{312-384}$ ,  
Рад



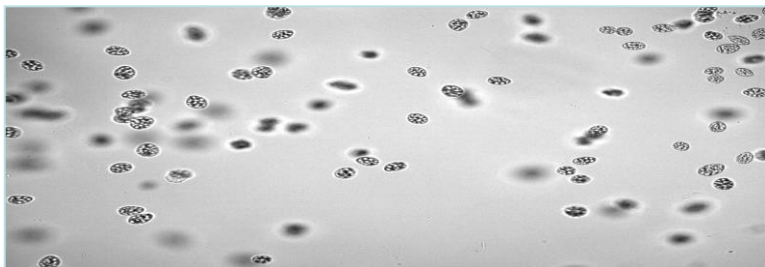
## Популяция *T. pyriformis* в хроническом эксперименте (48 ч)



КОНТРОЛЬ  
(дистиллированная вода)



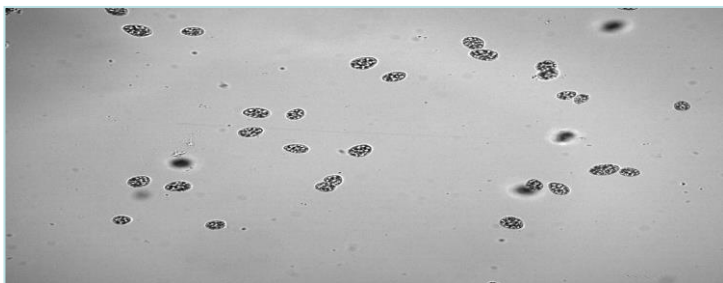
вода с минерализацией 200-500 мг/л  
(природного состава)



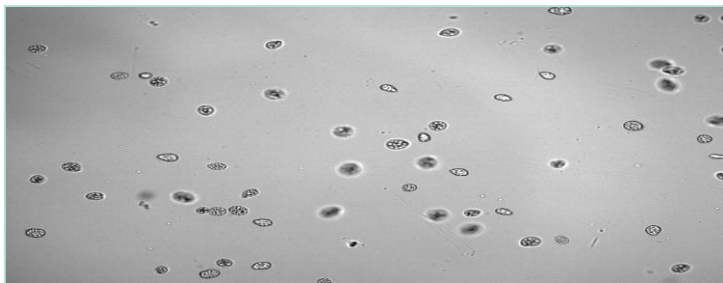
вода с минерализацией 200-500 мг/л  
(с использованием добавки)



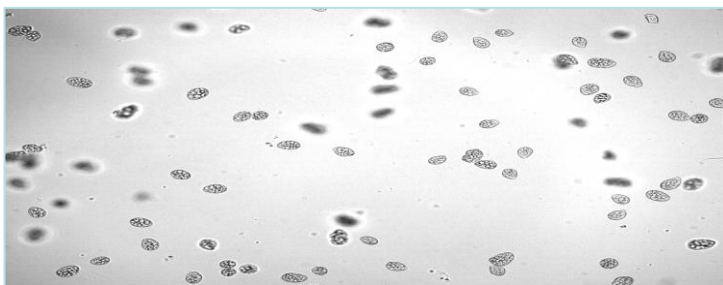
## Популяция *T. pyriformis* в продолженном эксперименте (336 ч)



КОНТРОЛЬ  
(дистиллированная вода)



вода с минерализацией 200-500 мг/л  
(природного состава)



вода с минерализацией 200-500 мг/л  
(с использованием добавки)



## Адаптация *Tetrahymena pyriformis* к пролонгированному воздействию

Образец	Кад <sub>24-96</sub>	Кад <sub>312-384</sub>	Рад <sub>312-384</sub>
контроль (дистиллированная вода)	1,00 ± 0,006	1,00 ± 0,013	1,01 ± 0,012
200-500 мг/л (природного состава)	0,97 ± 0,012	0,99 ± 0,013	1,03 ± 0,010
200-500 мг/л (с использованием добавки)	0,92 ± 0,005*	0,97 ± 0,014	1,07 ± 0,014*

Примечание: \* – статистически достоверные изменения по отношению к контролю при  $p < 0,05$



стимуляция механизмов адаптации к седьмому  
жизненному циклу

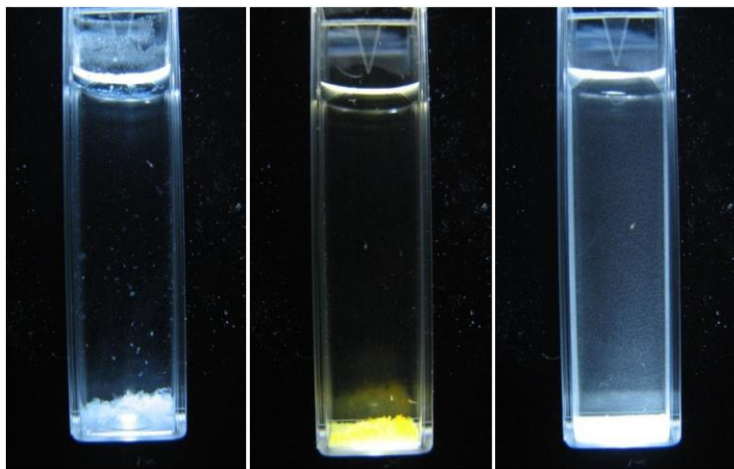


# ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ И БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ВОД РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ МИНЕРАЛИЗАЦИИ НА АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТЕСТ-МОДЕЛЯХ

1	200-500 мг/л (природного состава)
2	1000 мг/л
3	2000 мг/л
4	50 мг/л
5	200-500 мг/л

**люминесцентный  
бактериальный тест с использованием  
измерительного прибора-  
люминометра типа «Биотокс-10»**

*МР №11-1/133-09 «Методика экспрессного определения  
интегральной токсичности воды с помощью  
люминесцентного бактериального теста «Эколюм»*



**тест-объект** – препарат  
«Эколюм» лиофилизированных  
люминесцентных бактерий

определение изменения  
интенсивности  
**биolumинесценции** генно-  
инженерных бактерий

вычисление **индекса  
токсичности «Т»**



# ОЦЕНКА ТОКСИЧНОСТИ ВОДЫ С РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНЬЮ МИНЕРАЛИЗАЦИИ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Номер образца	Показатель, единицы измерения	Результаты испытаний			
		T1	T2	T3	T среднее
<b>1</b> (200-500 мг/л прир. состава)	Общетоксическое действие, индекс токсичности (Т)	<u>-132,6</u>	<u>-314,0</u>	<u>-335,7</u>	<b><u>-260,8</u></b>
<b>2</b> (1000 мг/л)		-131,1	-221,4	-426,8	<b>-259,8</b>
<b>3</b> (2000 мг/л)		-142,2	-128,3	-188,4	<b>-153,0</b>
<b>4</b> (50 мг/л)		-95,2	-67,4	-68,3	<b>-77,0</b>
<b>5</b> (200-500 мг/л)		<u>-14,0</u>	<u>-40,0</u>	<u>-38,5</u>	<b><u>-30,8</u></b>

в случае получения **отрицательной величины индекс токсичности принимает значение «0»**

T < 20 – допустимая степень токсичности  
T = 20-50 – токсичен  
T ≥ 50 – сильно токсичен

**Вывод:** отсутствие общетоксического действия образцов питьевой воды с различными уровнями общей минерализации (водопроводной воды природного состава (минерализация 200-500 мг/л) и имитатов питьевой воды с уровнями минерализации 50 мг/л, 200-500 мг/л, 1000 мг/л и 2000 мг/л.



## Адаптация *Tetrahymena pyriformis* к пролонгированному воздействию

Образец	Кад <sub>24-96</sub>	Кад <sub>312-384</sub>	Рад <sub>312-384</sub>
контроль (дистиллированная вода)	1,00 ± 0,006	1,00 ± 0,013	1,01 ± 0,012
200-500 мг/л (природного состава)	0,97 ± 0,012	0,99 ± 0,013	1,03 ± 0,010
200-500 мг/л (с использованием добавки)	0,92 ± 0,005*	0,97 ± 0,014	1,07 ± 0,014*

Примечание: \* – статистически значимые изменения по отношению к контролю при  $p < 0,05$



стимуляция механизмов адаптации к седьмому жизненному циклу



# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

2 000 мг/л

В пролонгированном эксперименте выявлено угнетение генеративной функции тест-объекта. Инфузории в фазе замедленного роста (72 ч) и стационарной (96 ч) имели округлую форму, замедленное движение и вздрагивали. В первом и в седьмом жизненном цикле популяции отмечено снижение адаптационного потенциала ( $K_{ад} = 0,71$  и  $K_{ад} = 0,72$  соответственно).

200-500 мг/л

Не оказали вредного воздействия на организм и популяцию на протяжении семи жизненных циклов ( $K_{ад312-384}=0,99$  и  $K_{ад312-384}=0,97$  соответственно). Для имитата воды установлено большее снижение адаптационного потенциала популяции как в первом, так и в седьмом жизненном цикле, по сравнению с питьевой водой природного состава.

Результаты люминесцентного бактериального теста с использованием измерительного прибора-люминометра типа «Биотокс-10» позволили установить, что есть различия значений индекса токсичности (Т) для образцов воды с минерализацией 200-500 мг/л природного состава и приготовленного с использованием добавки.

**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**