

УДК 616.988:614.777

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ЭЛИМИНАЦИИ КИШЕЧНЫХ ВИРУСОВ ИЗ ВОДЫ. ПРОСПЕКТИВНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Малышев В.В.¹, Ильин С.Н.², Нефедов Ю.И.³, Новиков М.Г.⁴, Басс В.Г.⁵

¹ ФГУН НИИЭМ имени Пастера Роспотребнадзора, г. Санкт-Петербург, Россия

² МУП города Череповца «Водоканал», г. Череповец, Россия

³ НПО «ЛИТ», г. Москва, Россия

⁴ СПб НИИ АКХ, г. Санкт-Петербург, Россия

⁵ ЗАО «ФИРМА СЭНС», г. Санкт-Петербург, Россия

Несмотря на проводимые в последние годы в стране масштабные социально-экономические преобразования, улучшение санитарно-эпидемиологической обстановки и снижение уровня инфекционной заболеваемости, ситуация в ряде регионов России по острым кишечным инфекциям и вирусному гепатиту А (рис. 1) остаются еще неустойчивой во многих городах и населенных пунктах.

Одной из острых экологических проблем конца XX – начала XXI веков является проблема ухудшения качества воды в результате антропогенного загрязнения водотоков. Поверхностные водоемы в той или иной степени загрязнены сточными водами. Вместе с тем, многие из них служат источниками питьевого водоснабжения или используются для рекреационных целей. По данным Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека в 2007

году в Российской Федерации более 40% поверхностных и около 20% подземных источников питьевого водоснабжения не отвечали санитарным нормативам. К факторам, оказывающим негативное влияние на качество питьевой воды, относится высокая (более

70%) изношенность разводящих сетей, обуславливающих аварийные ситуации [1].

Микробное и вирусное загрязнение питьевой воды как централизованного, так и нецентрализованного водоснабжения, создаёт риск возникновения заболеваний населения кишечными инфекциями, в том числе и вирусным гепатитом А (Г.Г.Онищенко, 2008).

Это происходит в результате аварийных ситуаций на водозаборах и коммуникациях, недостаточной очистки хозяйственно-бытовых стоков и т.п., что ставит перед предприятиями водоснабжения и водоотведения серьезную задачу по обеспечению безопасного, в эпидемиологическом отношении, водопользования.

Вода, как самый подвижный компонент внешней среды, в случае контамини-

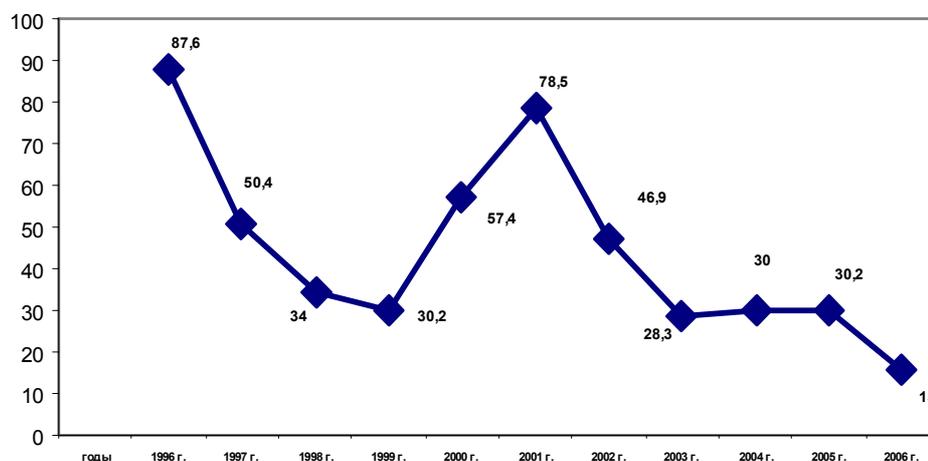


Рис. 1. Динамика заболеваемости гепатитом А в Российской Федерации (в показателях на 100000 населения).

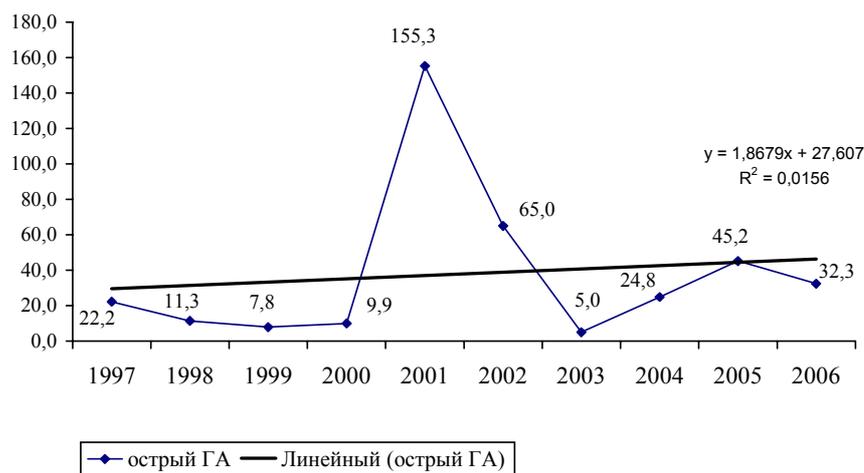


Рис. 2. Заболеваемость острым вирусным гепатитом А населения г. Череповец в 1997 – 2006 гг. (%/10000)

нации, может являться конечным фактором передачи многих кишечных патогенов, бактерий и вирусов [2, 3, 4, 5].

Что же происходит с кишечными вирусами после попадания с канализованными и неканализованными стоками в поверхностные водоемы? Даже после прохождения биологических очистных сооружений практически не происходит снижения концентрации кишечных вирусов. В поверхностных водоемах вирусы ассоциируются с взвешенными частицами, и по мере приближения ко дну их концентрация увеличивается сотни – тысячи раз в сравнении с поверхностными слоями воды. Донные отложения содержат наибольшее количество кишечных вирусов [6, 8].

В такой ситуации вполне логично использовать подземные водоисточники. Да, качество в них воды, как правило, гораздо лучше, чем в поверхностных водоисточниках. Однако, как показывает практика, есть много факторов ухудшающих качество подземных водоисточников: дефекты стенок скважин, нарушение целостности септикотенков, канализация русла, дефекты коллекторов сточных вод, разломы или трещины на иловых площадках, сброс отходов на почву и другие. Причем, от места загрязнения водных пластов кишечные вирусы распространяются на десятки километров, что может

привести к эпидемической ситуации в местности, где в идеальном состоянии находятся водозаборные сооружения, а вот воды подается с наличием кишечных вирусов.

Комплексные исследования проводились в городе Череповце Вологодской области. Высокий уровень заболеваемости

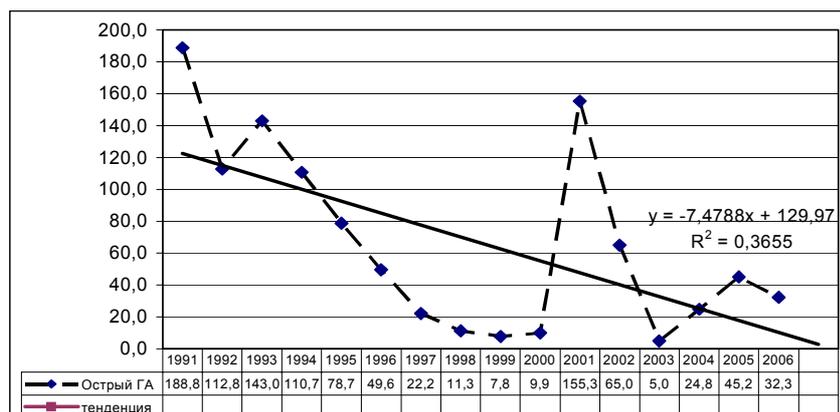
гепатитом А, около 200 на сто тысяч населения в 90-х годах прошлого столетия явились стартовым моментом для администрации, водоканала и санитарной службы города, чтобы приступить к модернизации и совершенствованию водоподготовки.

Высокий уровень микробного загрязнения поверхностного источника централизованного питьевого водоснабжения в городе Череповце поставил ряд задач по выбору схемы водоподготовки, ее обеззараживанию и современного лабораторного контроля за качеством подаваемой населению воды [3, 4, 8].

При определении проблем возникновения и распространения инфекционных заболеваний среди населения города Череповца за последние 10 лет определено, что вирусный гепатит А и в настоящее время продолжает оставаться актуальным. В структуре острых вирусных гепатитов вирусный гепатит А составляет 66,2%. В последние годы в динамике заболеваемости населения г. Череповца вирусным гепатитом А наметилась тенденция к стабилизации и снижению. Тенденция стабилизации заболеваемости выявлена при изучении направленности динамики интенсивности эпидемического процесса вирусного гепатита А за десятилетний период (с 1997 г. по 2006 г.) (рис. 2) методом краткосрочного

прогнозирования годового уровня заболеваемости с применением уравнения регрессии.

Тенденция к снижению заболеваемости гепатитом А выявлена за многолетний период (с 1991 г. по 2006 г.) (рис. 3).



При проведении эпидемиологического анализа заболеваемости гепатитом А установлено статистически достоверное снижение заболеваемости:

- вирусным гепатитом А на 28,5%, с 45,2°/10000 (m = 0,04) в 2005 году до 32,3°/10000 (m = 0,03) в 2006 году ($T_{пр/с} = -28,5$; $p < 0,01$);

Оценка количественных изменений годовых показателей заболеваемости острым ГА в динамических рядах с 1991 года по 2006 год выявила периоды подъема и снижения заболеваемости, с преобладанием последних.

В среднем за 16 лет темп снижения заболеваемости населения города гепатитом А составил – 44,3% и уровень заболеваемости ГА уменьшился почти в 6 раз, со 188,8 в 1991 году до 32,3 в 2006 году на 100 тыс. населения. При проведении санитарно – противоэпидемических (профилактических) мероприятий необходимо соблюдать требования, изложенные в СП 3.1.958-00 «Профилакти-

ка вирусных гепатитов. Общие требования к эпидемиологическому надзору за вирусными гепатитами».

Количественная характеристика многолетней динамики заболеваемости гепатитом А населения г. Череповец по показателям роста и прироста за 10 лет представлена в табл. 1.

Другой не менее важной проблемой в области водоснабжения, требующей незамедлительного решения, является дефицит мощности для производства питьевой воды и совершенствование методов очистки природной воды от контаминации загрязняющими веществами, которые не могут быть эффективно удалены традиционными способами (коагуляция, осаждение, фильтрация и хлорирование) [15, 16, 17, 18].

Природные свойства воды источников водоснабжения, их изменения весной и осенью усложняют процесс очистки воды. В этих условиях обеспечение надлежащего качества питьевой воды на вы-

Таблица 1

Количественная характеристика многолетней динамики заболеваемости гепатитом А населения г. Череповец по показателям роста и прироста за 10 лет с 1997 г. по 2006 г.

| Годы | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 |
|--------------------------|------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $U_i^{\circ}/10000$ | 22,2 | 11,3 | 7,8 | 9,9 | 155,3 | 65 | 5 | 24,8 | 45,2 | 32,3 |
| $A_{пр/с}^{\circ}/10000$ | - | -10,9 | -3,5 | 2,1 | 145,4 | -90,3 | -60,0 | 19,8 | 20,4 | -12,9 |
| $T_{р/с} \%$ | - | 50,9 | 69,0 | 126,9 | 1568,7 | 41,9 | 7,7 | 496,0 | 182,3 | 71,5 |
| $T_{пр/с} \%$ | - | -49,1 | -31,0 | 26,9 | 1468,7 | -58,1 | -92,3 | 396,0 | 82,3 | -28,5 |

ходе с действующих водоочистных сооружений может производиться лишь за счет снижения их производительности.

В связи с этим стала оче-

видной необходимость наращивания мощностей по производству воды и совершенствования процессов ее очистки и обеззараживания при одновременном продолжении работ по реализации программы управления водопотреблением, направленной на сокращение потерь и нерациональное использование воды.

Основными мероприятиями при этом являются [8, 16]:

- оснащение всех блоков контактных осветлителей дополнительной ступенью очистки;
- внедрение новых более эффективных методов обеззараживания воды, надежно обеспечивающих устранение вирусов и споровых бактерий;
- замена сернокислого алюминия другими более эффективными реагентами.

В этом плане любая современная технологическая схема очистки поверхностных вод для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения должна комплексно решать следующие основные задачи: обеспечивать надежность и высокую степень очистки в условиях изменяющегося качества исходной воды; обладать достаточной барьерной ролью в отношении специфических загрязнений, содержащихся в исходной воде; обеспечивать возможность как утилизации (с минимальными капитальными затратами) промывных вод фильтровальных сооружений, так и обезвоживания образующегося осадка [16].

В основе разработанной схемы лежит метод непрерывной рециркуляции осадка на сооружениях первой ступени очистки. При этом рециркуляция осуществляется эжектированием части ранее сформировавшегося осадка в очищаемую воду и его последующим движением по «внутреннему контуру», т.е. без вывода из сооружения. Рециркулируемый осадок в данном случае играет роль, дополнительно вводимых в воду центров хлопьеобразования, способствующих образованию новых хлопьев с большей

плотностью и прочностью. Указанный метод реализован, в том числе и в разработанных СПб НИИ АКХ, осветлителях с взвешенным слоем рециркулируемого осадка (осветлителях-рециркуляторах). Концентрация взвеси во взвешенном слое этих сооружений достигает 4000-6000 мг/дм³, обеспечивая тем самым высокую степень предварительной очистки воды перед ее поступлением на скорые фильтры. Многолетний опыт их применения показал, что независимо от изменения качества исходной воды мутность воды на выходе из этих сооружений не превышает 3-4 мг/дм³, составляя в среднем 1,5-2,0 мг/дм³. осветлители-рециркуляции одновременно являются более производительными (на 20-40%) сооружениями, чем аналогичные используемые в отечественной и зарубежной практике. Кроме того, осветлители – рециркуляторы способны задерживать от 85 до 100% планктона, содержащегося в исходной воде.

Наличие осветлителей – рециркуляторов в разработанной технологической схеме позволяет при необходимости с наибольшей эффективностью применять при очистке порошкообразные сорбенты (типа активных углей, цеолитов, алюмосиликатов и др.). При дозировании в очищаемую воду порошкообразных сорбентов (доза порядка 5-10 мг/дм³), последний накапливаясь во взвешенном слое осветлителей-рециркуляторов, обеспечивает надежную барьерную защиту по отношению к специфическим загрязнениям, которые могут тем или иным путем попадать в поверхностные водоисточники. Эта технологическая схема позволяет, кроме того с наибольшей полнотой и наименьшими капитальными затратами решить вопрос утилизации промывных вод скорых фильтров. В соответствии с технологической схемой промывные воды направляются в резервуар – усреднитель, откуда без какой – либо дополнительной обработки перекачиваются в «голову» процесса. Имеющие место при этом диспергирование хлопьев в про-

мывной воде) не только не снижает эффективность работы осветлителей – рециркуляторов (сооружений первой степени очистки в основном технологическом процессе), но и способствует улучшению протекания процессов коагуляции, сорбции и адгезии, при одновременной экономии расхода коагулянта.

Экологическая безопасность при использовании данной схемы дополнительно обеспечивается тем, что образующееся в камерах осадка уплотнителя осветлителей–рециркуляторов осадок подвергают уплотнению, кондиционированию, а затем обезвоживают на ленточных фильтр-прессах.

Внедрению УФ-обеззараживания на объектах водоснабжения МУП «Водоканал» г. Череповца предшествовал комплекс работ, включающий технологическое обследование станций, лабораторные исследования с модельными установками, опытно-промышленные испытания, согласования с государственными надзорными организациями.

Для обеззараживания воды в городе Череповце применяется ультрафиолетовое излучение. Преимущества метода заключаются в следующем: УФ – облучение губительно действует на большинство водных бактерий, вирусов, споровых форм микроорганизмов и паразитов [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15]. Эксплуатация станции УФ – обеззараживания в Череповце показала высокую эффективность работы установок. Так, по данным Центра исследования воды МУП «Водоканал» внедрение метода УФ – обеззараживания в технологию производства питьевой воды привело к 25% снижению содержания в ней хлороформа и к 40% снижению расхода жидкого хлора [16]. В питьевой воде, прошедшей УФ-обеззараживание воды отсутствуют колифаги, антигены ротавирусов и вируса гепатита А (обнаружение маркеров вирусной контаминации воде проводилось методом иммуноферментного анализа), общие колиформные бактерии. Такой режим сочетанного обеззараживания полностью предотвра-

щает возможность образования тригалометанов, а также обеспечивает высокий биоцидный эффект в отношении различных микроорганизмов и паразитов [5, 6, 9, 13, 16, 18, 19].

В настоящее время практическая реализация данной схемы в полном объеме осуществляется на водоочистных сооружениях МУП «Водоканал» г.Череповца. По нашему мнению, предлагаемая схема водоподготовки является с одной стороны, экологически безопасной, т.к. позволяет исключить сброс промывных вод и осадка в водоем, а с другой стороны, экологически безопасной, так как позволяет исключить сброс промывных вод и осадка в водоем, а с другой стороны, является универсальной, и независимо от качества исходной воды обеспечивает возможность ее эффективной очистки для целей хозяйственно-питьевого водоснабжения.

В целом предлагаемая схема водоподготовки, обеззараживания и контроля качества воды, реализованная в МУП «Водоканал» г.Череповца является образцовой и может рассматриваться как эталон при комплексном решении улучшения качества безопасной в эпидемиологическом отношении питьевой воды, свободной, в том числе, и от кишечных вирусов.

Литература

1. Государственный доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации в 2007 году» / Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека; - М., 2008. – 287 с.
2. Отчет о научно-исследовательской работе по теме: «Анализ состояния санитарно-эпидемиологической обстановки в городе и подготовка предложений по объему работ по оценке качества и инфекционной безопасности питьевой и горячей воды, подаваемой жителям Санкт-Петербурга», т. I / ФГУН НИИЭМ имени Пастера

- Роспотребнадзора; - СПб, 2006. – 97 с.
3. СанПиН 2.1.5.980-00. Гигиенические требования к охране поверхностных вод. – М.: МЗ РФ, 2000.
 4. Отчет о научно-исследовательской работе по теме: «Анализ состояния санитарно-эпидемиологической обстановки в городе и подготовка предложений по объему работ по оценке качества и инфекционной безопасности питьевой и горячей воды, подаваемой жителям Санкт-Петербурга», т. II / ФГУН НИИЭМ имени Пастера Роспотребнадзора; - СПб, 2006. – 219 с.
 5. Лопатин С.А. и др. Современные проблемы водоснабжения мегаполисов и некоторые перспективные пути их решения // Гигиена и санитария. – 2004. – С. 19 – 24.
 6. Солодовников Ю.П. и др. Вирусный гепатит А – возвращающаяся инфекция, детерминанты активизации эпидемического процесса в последние годы. - // Достижения отечественной эпидемиологии в XX веке. Взгляд в будущее : труды конференции /МЗ РФ, Гл. воен-мед. Упр. МО РФ, С.-З. Уотд. РАМН, Петровская академия наук и искусств, ВМА. – Санкт-Петербург, 2001. – С. 101 – 104.
 7. ГОСТ 2761-84 Источники централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения. Гигиенические, технические требования и правила выбора. – М.: Госстандарт СССР, 1994.
 8. Кинебас А.К. Внедрение обеззараживания воды гипохлоритом натрия и ультрафиолетовым облучением в системах водоснабжения и водоотведения Санкт-Петербурга // Водоснабжение и санитарная техника. – 2005. - № 12. – С. 16–20.
 9. Романенко Н.А. и др. Влияние ультрафиолетового излучения на ооцисты криптоспоридий и цисты лямблий в питьевой воде // Гигиена и санитария. – 2002. – С. 33-36
 10. Зоммер Р., Хайдер Т., Кабай А., Хиршман Дж. УФ-обеззараживание питьевой воды: требования и стандарты // Водоснабжение и санитарная техника. – 2005. - № 12, Ч. 1. – С. 33-36.
 11. Костюченко С.В. Ультрафиолетовое облучение – современный метод обеззараживания воды // Водоснабжение и санитарная техника. – 2005. - № 12. – Ч. 1. – С.21-23.
 12. Скурлатов Ю.И., Штамм Е.В. Ультрафиолетовое излучение в процессах водоподготовки и водоочистки // Водоснабжение и санитарная техника. – 1997. - № 9.- С. 14-18.
 13. Онищенко Г.Г. Эффективное обеззараживание воды – основа профилактики инфекционных заболеваний // Водоснабжение и санитарная техника. – 2005. - № 12. – Ч. 1. – С. 8-12.8
 14. Костюченко С.В. и др. УФ-излучение для обеззараживания питьевой воды из поверхностных источников // Водоснабжение и санитарная техника. – 2000. - № 2. – С. 12-1.
 15. Методические указания 2.1.4.719-98. Санитарный надзор за применением ультрафиолетового излучения в технологии подготовки питьевой воды. – М.: МЗ РФ. – 1998.
 16. Ильин С.Н., Новиков М.Г., Нефедов Ю.И., Малышев В. В. Результаты внедрения современных способов обеззараживания питьевой воды на очистных сооружениях Череповца // Питьевая вода. – 2004. - № 4. – С. 2-5.
 17. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. – М.; МЗ РФ, 2001.
 18. WHO Guidelines for Drinking Water Quality. Vol. 1 – Recommendations/ - WHO, Geneva, 1993.
 19. Методические указания 4.2.2029-05. Санитарно-вирусологический контроль водных объектов. – М.: МЗ РФ. – 2006.

Резюме

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ЕЛІМІНАЦІЇ КИШКОВИХ ВІРУСІВ З ВОДИ. ПРОСПЕКТИВНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

*Малишев в.В., Ільїн с.Н., Неведов ю.І.,
Новіков м.Г., Басс в.Г.*

Однією з гострих екологічних проблем кінця XX – початку XXI століть є проблема погіршення якості води в результаті антропогенного забруднення водотоків. Мікробне і вірусне забруднення питної води як централізованого, так і нецентралізованого водопостачання, створює ризик виникнення захворювань населення кишковими інфекціями, у тому числі і вірусним гепатитом А.

Комплексні дослідження проводилися в місті Череповці Вологодської області. Високий рівень захворюваності гепатитом А, близько 200 на сто тисяч населення в 90-х роках минулого сторіччя з'явилися стартовим моментом для адміністрації, водоканалу і санітарної служби міста, щоб приступити до модернізації і вдосконалення водопідготовки.

У основі розробленої схеми лежить метод безперервної рециркуляції осаду на спорудах першого ступеня очищення. При цьому рециркуляція здійснюється ежектуванням частини осаду, що раніше сформувався, у воду, що очищається, і його подальшим рухом по «внутрішньому контуру», тобто без виводу із споруди.

В цілому запропонована схема водопідготовки, знезараження і контролю якості води, реалізована в МУП «Водоканал» м. Череповца є зразковою і може розглядатися як еталон при комплексному вирішенні поліпшення якості безпечної в епідеміологічному відношенні питної води, вільної, зокрема, і від кишкових вірусів.

Summary

THE COMPLEX APPROACH TO ELIMINATION INTESTINAL VIRUSES FROM WATER. PROSPECTIVE RESEARCH

*Malyshev V.V., Iljin S.N., Nefedov J.I.,
Novikov M.G., Bass V.G.*

One of sharp environmental problems of the end XX - the beginnings of XXI centuries is the problem of deterioration of water as a result of anthropogenous pollution of water-currents. Microbic and virus pollution of potable water both centralized, and not centralized water supply, creates risk of occurrence of diseases of the population intestinal infections, including Hepatitis A.

Complex researches were carried out in the city of Cherepovets of the Vologda region. A high level of disease a hepatitis A, near 200 on hundred thousand population in 90th years of the last century were the starting moment for administration, a water company and a public health service of city to start modernization and perfection of water-preparation.

In a basis of the developed circuit the method continuous рециркуляції a deposit on constructions of the first step of clearing lays. Thus рециркуляція it is carried out ejection parts before the generated deposit in cleared water and his subsequent movement on «an internal contour», i.e. without a conclusion from a construction.

As a whole the offered circuit of water-preparation, disinfecting and quality assurance of the water, realized in MUP "Watercanal" of Cherepovets is exemplary and can be considered as the standard at the complex decision of improvement of quality of safe potable water in the epidemiological relation, free, including, and from intestinal viruses.

*Впервые поступила в редакцию 05.08.2008 г.
Рекомендована к печати на заседании ученого
совета НИИ медицины транспорта
(протокол № 1 от 20.01.2009 г.).*