

УДК 628.1, 519.25

**И. В. САТИН, А. С. ТРЯКИНА**

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА КАНАЛА СЕВЕРСКИЙ ДОНЕЦ – ДОНБАСС**

В работе представлено исследование динамики показателей качества воды канала Северский Донец – Донбасс, поступающей на Макеевскую фильтровальную станцию (МФС). На основании анализа суточных данных были определены показатели качества воды (мутность, цветность, аммоний солевой, жесткость, сульфаты, перманганатная окисляемость, ОМЧ и коли-индекс), которые превышают максимально допустимые значения, регламентируемые ДержСанПиН 2.2.4-171-10. Было проведено исследование ряда наблюдений вышеуказанных показателей качества воды за весь рассматриваемый период, по результатам которого был осуществлен расчет статистических показателей распределения. Выявлены особенности превышения максимально допустимых значений.

**водоснабжение, качество воды, показатели качества воды**

### **ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Водоснабжение в Украине в значительной степени обеспечивается поверхностными водами. Основной причиной загрязнения поверхностных вод в наше время является сброс в них неочищенных или недостаточно очищенных хозяйственно-бытовых, промышленных, сельскохозяйственных сточных вод, что приводит к деградации поверхностных вод. Данный фактор увеличивает степень загрязнения воды источников антропогенными загрязнениями, повышая уровень органических соединений, бактериологических показателей, нефтепродуктов, фенолов и т. д. Также в последние годы отмечается снижение водопотребления населением, что приводит к необходимости уменьшения производительности водопроводных очистных сооружений (ВОС). Все это ведет к ухудшению качества питьевой воды систем водоснабжения, так как существующие ВОС не в состоянии справиться с нарастающей нагрузкой по качеству поступающей воды. При разработке существующих технологий очистки на очистных сооружениях в качестве расчетных использовались максимальные значения показателей качества воды, что привело к завышенным затратам при строительстве и эксплуатации сооружений. Таким образом, изучение динамики изменения показателей качества воды в источниках позволит корректировать расчетные показатели систем очистки воды и разработать методы и технические решения для повышения их эффективности.

### **АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ**

Гидрохимический режим поверхностных источников питьевой воды формируется под влиянием природных факторов в условиях интенсивной хозяйственной деятельности на водосборах. Качество воды в каналах определяется составом и свойствами поступающей в них воды из водоисточников и процессами его трансформации в искусственных водотоках. Формирование качества воды в каждом из водных объектов обусловлено поступлением загрязняющих веществ извне, внутриводоемными процессами самоочищения и биологического самозагрязнения в результате массового развития гидробионтов [1]. Сочетание отдельных природных и антропогенных факторов вызывают суммарные эффекты воздействия и, в значительной степени, изменяющие природный гидрохимический режим водного объекта, что осложняет обоснование технологии очистки воды.

Инженерные методы и технологии использования гидрохимической информации в практике проектирования и эксплуатации водопроводных очистных сооружений недостаточно разработаны и не дают четких рекомендаций обработки, анализа и расчетов исходных данных по водоисточникам. В Украине детально не рассматривался вопрос определения расчетных показателей, которые используются для подбора технологической схемы очистки воды для питьевых целей. В России этим вопросом занимаются Говорова Ж. М. и Родина А. О. [2, 3]. Учитывая, что до настоящего времени технологические схемы водоподготовки назначаются по максимальным значениям показателей качества воды, что в ряде случаев приводит к удорожанию проектов. Для снижения затрат при проектировании и строительстве требуется научно обоснованное снижение максимальных значений расчетных концентраций ингредиентов при одновременном сохранении санитарно-гигиенической надежности проектируемых сооружений.

**Целью** предложенной работы является анализ гидрохимических наблюдений показателей качества воды канала Северский Донец – Донбасс, которая поступает на МФС.

## ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

На основе данных технологического контроля за показателями качества воды канала Северский Донец – Донбасс, поступающей на Макеевскую фильтровальную станцию (МФС), выполнен анализ гидрохимического режима водоисточника.

На МФС контролируются следующие показатели качества исходной воды: мутность, запах, цветность, рН, температура, аммоний солевой, нитриты ионы, нитраты ионы, железо общее, щелочность, хлориды, сульфаты, перманганатная окисляемость, фосфаты, сухой остаток, взвешенные вещества, фтор, кальций, магний, бикарбонаты, натрий, калий, БПК, растворенный кислород, двуокись углерода, марганец, кремнекислота, ПАВ, нефтепродукты, фенолы, ХПК, ОМЧ, коли-индекс. Были проанализированы данные по показателям качества поступающей на МФС воды: суточные за 2004–2011 годы, среднемесячные за 2001–2011 годы. В результате предварительного анализа этих данных было определено, что максимально допустимые значения, регламентируемые ДержСанПиН 2.2.4 171 10, превышают следующие показатели качества воды: мутность, цветность, аммоний солевой, сульфаты, жесткость, перманганатная окисляемость, нефтепродукты, фенолы, ОМЧ, коли индекс.

Основными показателями качества исходной воды, по которым предварительно назначается технологическая схема очистки, являются мутность и цветность (рис. 1, 2). Данные параметры определяются в лаборатории МФС два раза в сутки. В результате анализа ряда наблюдений по показателю мутность можно сделать вывод, что вода канала Северский Донец – Донбасс относится к маломутным водам [4]. На графике (рис. 1) четко прослеживается повторяемость по годам и сезонам года, наиболее максимальное значение мутности наблюдается в период весна-лето 2007 года. Практически весь рассматриваемый период показатель мутности превышает максимально допустимое значение [5]. Что касается цветности, то практически весь период наблюдения вода канала соответствовала воде с малой цветностью [4]. Только лишь в марте 2010 года отмечается резкое и кратковременное повышение цветности до значения 48 градусов, что соответствует воде со средней цветностью [4]. Показатель цветности превышает максимально допустимое значение [5] из года в год во время паводка (март – апрель) и в летнюю межень (май – октябрь).

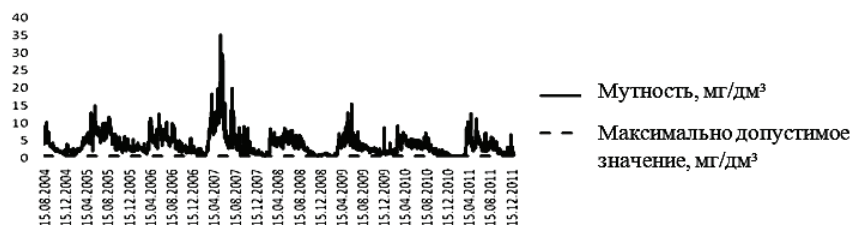


Рисунок 1 – Ряд наблюдений по показателю мутность.

Далее рассматривался аммоний солевой (рис. 3), содержание которого в исходной воде определяется в лаборатории МФС один раз в сутки. Наличие аммонийных соединений в воде чаще всего обусловливается загрязнением ее неочищенными или недостаточно очищенными сточными водами. Максимально допустимое значение [5] показатель аммоний солевой превышает всего два раза за рассматриваемый период. Начиная с 2007 года прослеживается повторяемость по годам и сезонам года с максимумами в январе-феврале.



Рисунок 2 – Ряд наблюдений по показателю цветность.

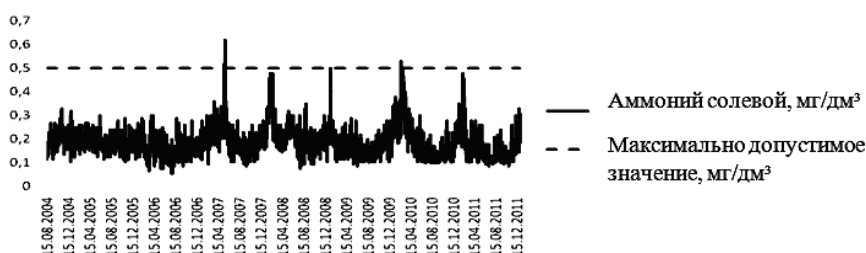


Рисунок 3 – Ряд наблюдений по показателю аммоний солевой.

Жесткость и содержание сульфатов характеризуют солевой состав воды (рис. 4, 5). Жесткость исходной воды определяют в лаборатории МФС один раз в сутки, содержание сульфатов определяется один раз в неделю. На графике (рис. 4) отчетливо видна повторяемость значений жесткости по годам и месяцам года. Обычно максимальное значение жесткости воды можно наблюдать в зимний период (январь – март). Во время весеннего паводка наблюдается резкое падение жесткости воды. Летом и осенью жесткость воды постоянно возрастает и достигает максимума к зиме. Практически половину рассматриваемого периода жесткость превышает максимально допустимое значение [5].

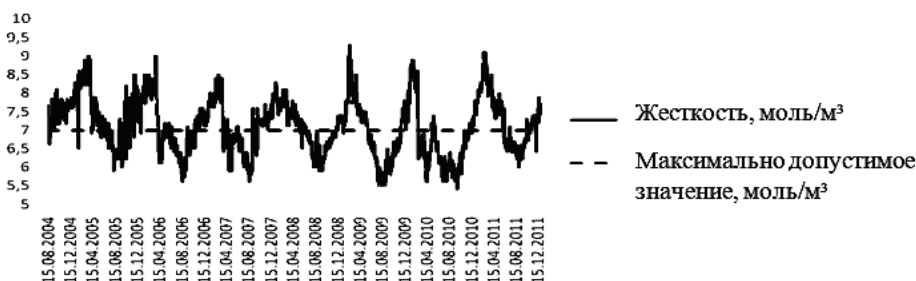


Рисунок 4 – Ряд наблюдений по показателю жесткость.

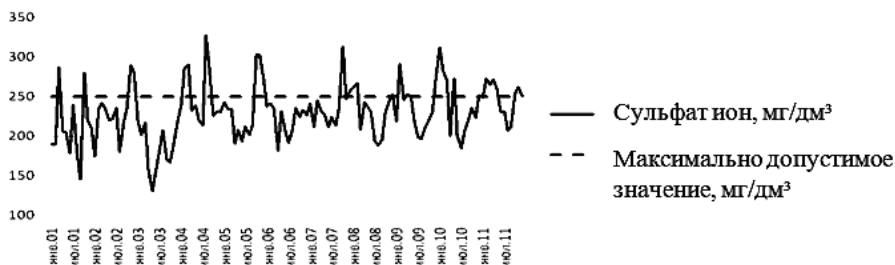


Рисунок 5 – Ряд наблюдений по показателю сульфат ион.

Перманганатная окисляемость характеризует наличие органических веществ в воде как естественного происхождения, так и антропогенного. Показатель перманганатной окисляемости исходной воды определяется в лаборатории МФС ежедневно (рис. 6). Максимальные значения перманганатной окисляемости наблюдаются в период паводка (март – апрель). Практически на протяжении всего периода наблюдения перманганатная окисляемость превышает максимально допустимое значение [5].

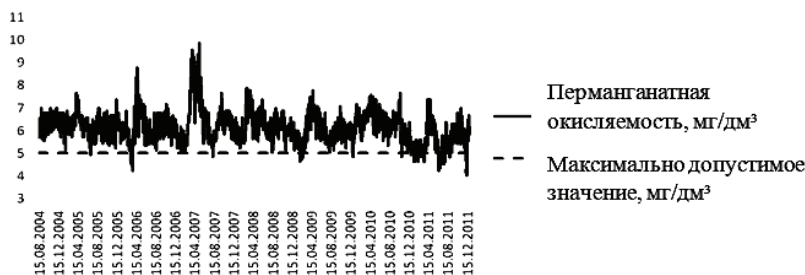


Рисунок 6 – Ряд наблюдений по показателю перманганатная окисляемость.

Перманганатная окисляемость характеризует наличие органических веществ в воде как естественного происхождения, так и антропогенного. Показатель перманганатной окисляемости исходной воды определяется в лаборатории МФС ежедневно (рис. 6). Максимальные значения перманганатной окисляемости наблюдаются в период паводка (март – апрель). Практически на протяжении всего периода наблюдения перманганатная окисляемость превышает максимально допустимое значение [5].

Общая бактериальная загрязненность воды характеризуется показателем – общее микробное число (ОМЧ), то есть количество бактерий в 1 см<sup>3</sup> воды (рис. 7). Также особую важность для санитарной оценки воды имеет определение коли-индекса, то есть наличие бактерий группы кишечной палочки (рис. 8). Оба этих показателя качества исходной воды определяются в лаборатории МФС ежедневно. На графиках четко прослеживается повторяемость по годам и сезонам года, максимумы показателей приходятся на летнюю межень (май – октябрь). Показатель ОМЧ практически на протяжении всего рассматриваемого периода превышает максимально допустимое значение [5], так как регламентируется полное отсутствие кишечных палочек в питьевой воде.

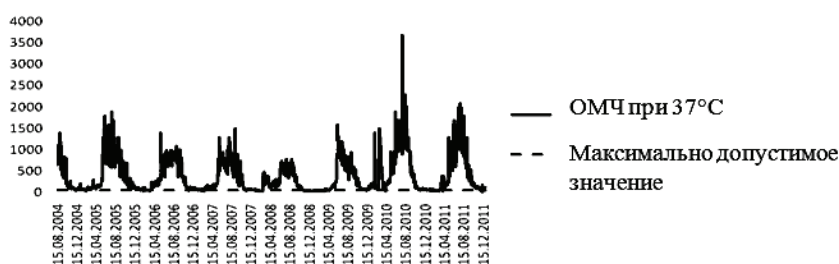


Рисунок 7 – Ряд наблюдений по показателю ОМЧ.

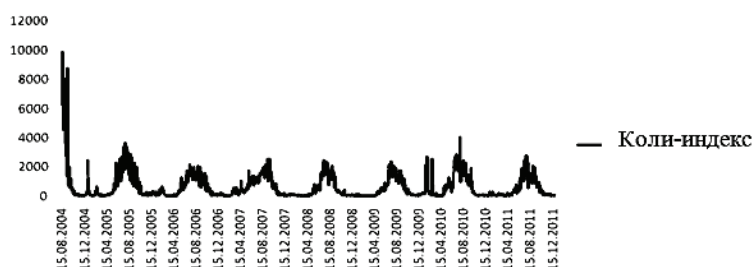


Рисунок 8 – Ряд наблюдений по показателю коли-индекс.

Максимально допустимые значения за рассматриваемый промежуток времени [5] также превысили показатели нефтепродуктов и фенолов (рис. 9, 10). Данные вещества являются антропогенными загрязнениями и обладают кумулятивными свойствами, поэтому могут в значительной мере изменять гидрохимический режим источника водоснабжения. На графиках видно, что данные показатели не имеют никакой закономерности распределения по годам и месяцам, так как они возникают в результате сбросов промышленных сточных вод.

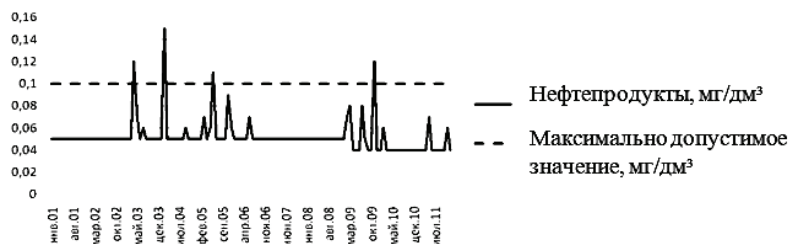


Рисунок 9 – Ряд наблюдений по показателю нефтепродукты.

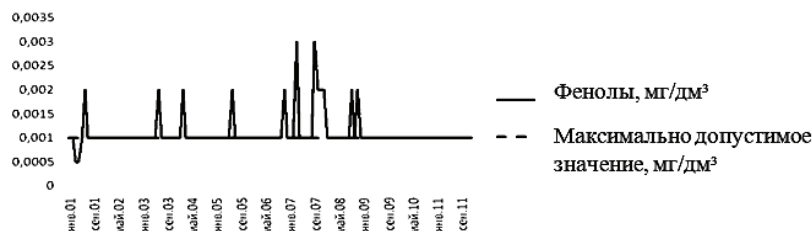


Рисунок 10 – Ряд наблюдений по показателю фенолы.

Далее статистической оценке подверглись все вышеперечисленные показатели качества воды, за исключением аммония солевого, нефтепродуктов и фенолов. Это связано с тем, что превышение данными показателями максимально допустимых значений не является значительным, а также данных загрязнений возможно избежать, усилив экологический контроль за сбросами в источники и ужесточив мероприятия по экологической безопасности.

В таблице приведены результаты статистической обработки показателей качества воды, поступающей на МФС. Были рассчитаны: мода, среднее значение, стандартное отклонение, асимметрия, эксцесс, нижняя и верхняя граница 95%-ного доверительного интервала, минимум и максимум.

Таблица – Результаты статистической обработки

Величина	Максимально допустимое значение [5]	Мода	Среднее значение	Стандартное отклонение	Асимметрия	Эксцесс	Нижняя граница 95 % доверительного интервала	Верхняя граница 95 % доверительного интервала	Минимум	Максимум
Цветность, град	20	16	16,68	3,36	1,71	7,7	16,59	16,77	5	48
Мутность, мг/дм <sup>3</sup>	0,58	0,58	3,92	3,29	2,52	11,02	3,83	4,0	0,47	35,37
Сульфат ион, мг/дм <sup>3</sup>	250	–	228,8	37,9	–0,01	0,87	222,4	235,3	101	327,5
Жесткость, моль/дм <sup>3</sup>	7	6,7	7,09	0,76	0,18	–0,55	7,07	7,11	5,4	9,3
Окисляемость, мг/дм <sup>3</sup>	5	6	6,16	0,73	0,96	2,79	6,14	6,18	4,0	9,9
ЗМЧ при 37 °С	50	110	378	411	1,59	3,1	367	389	11	3 700
Колиндекс	0	59	656	922	3,31	18,26	631	680	19	9 900

## ВЫВОДЫ

Проведя анализ сезонной динамики показателей качества воды, можно отметить, что по мутности, цветности, жесткости и бактериологическим показателям отмечен естественный гидрохимический режим. Также можно сказать об антропогенном загрязнении воды канала по данным показателей аммония солевого, перманганатной окисляемости, нефтепродуктов, фенолов. Это может быть вызвано их эмиссиями с водосбора от сельских населенных пунктов, объектов животноводства, промышленных объектов (особенно в паводковые периоды), которые, накладываясь на естественный гидрохимический режим показателя, изменяют его внутrigодовое распределение.

В настоящее время для обоснования технологий очистки воды в значительной степени необходима разработка методов для комплексной оценки гидрохимического режима источников водоснабжения. Вследствие отсутствия необходимой информации по качеству исходной воды при проектировании очистных сооружений из источников питьевого назначения, особенно подверженных антропогенной нагрузке, значительно возрастают затраты на строительство и эксплуатацию сооружений из-за необходимости необоснованного применения дорогостоящих сооружений и технологий.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журба, М. Г. Водоснабжение. Проектирование систем и сооружений [Текст]. В 3 т. Т. 2. Очистка и кондиционирование природных вод / М. Г. Журба, Л. И. Соколов, Ж. М. Говорова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Издательство Ассоциации строительных ВУЗОВ, 2004. – 493 с.
2. Говорова, Ж. М. Обоснование и разработка технологий очистки природных вод, содержащих антропогенные примеси [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук : 05.23.04 / Говорова Жанна Михайловна. – Москва, 2004. – 389 с.
3. Родина, А. О. Обоснование показателей качества поверхностных вод при выборе водоочистных технологий с применением теории риска [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.23.04 / Родина Алла Олеговна. – Вологда, 2005. – 153 с.
4. ДБН В.2.5-74:2013. Державні будівельні норми. Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування [Текст]. – Уведено вперше (втрачає чинності на території України СНиП 2.04.02-84 ; чинні від 2014-01-01. – К. : Мінрегіон України, 2013. – 172 с.
5. ДСанПіН 2.2.4-171-10. Державні санітарні норми та правила. Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною [Текст] : затверджено Наказом Міністерства охорони здоров'я України № 400 від 12.05.2010 // Офіційний вісник України. – 2010. – № 51. – С. 99–129.

Получено 02.09.2014

I. V. SATIN, A. S. TRYAKINA  
ДОСЛІДЖЕННЯ ГІДРОХІМІЧНОГО РЕЖИМУ КАНАЛУ СІВЕРСЬКИЙ  
ДОНЕЦЬ – ДОНБАС  
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

В роботі представлено дослідження динаміки показників якості води каналу Сіверський Донець – Донбас, яка надходить на Макіївську фільтрувальну станцію (МФС). На основі аналізу добових даних були визначені показники якості води (каламутність, кольоровість, амоній сольовий, жорсткість, сульфати, перманганатна окиснюваність, ЗМЧ та колі-індекс), що перевищують максимально допустимі значення, які регламентують ДержСанПіН 2.2.4-171-10. Було проведено дослідження ряду спостережень вищевказаних показників якості води за весь період, що розглядається, за результатами якого виконано розрахунок статистичних показників розподілу. Виявлено особливості перевищення максимально допустимих значень.

**водопостачання, якість води, показники якості води**

IGOR SATIN, ALONA TRIAKINA  
THE INVESTIGATION OF HYDRO CHEMICAL REGIME OF CHANNEL  
SEVERSKY DONETS – DONBAS  
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

This paper examines the dynamics of the water quality of the channel of the Seversky Donets – Donbas which supplied to the filter station of Makeevka (MFS). Based on the analysis of daily data the indicators of water quality (turbidity, chromaticity, ammonium salt, stiffness, sulfate, permanganate oxidation, total bacterial count and coli-index), which exceed the maximum allowable values which regulated State Sanitary

Rules and Norms 2.2.4-171-10, have been determined. The study of series of observations of the above indicators of water quality for the entire period under review has been done, calculation of statistical parameters of the distribution have been carried out based on research results. Have been identified the features of exceeding the maximum allowable values have been identified.

**water supply, water quality, water quality indicators**

**Сатін Ігор Валентинович** – кандидат технічних наук, доцент кафедри міського будівництва і господарства Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: очистка природних вод.

**Трякіна Альона Сергіївна** – магістр, асистент кафедри міського будівництва і господарства Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: очистка природних вод.

**Сатин Игорь Валентинович** – кандидат технических наук, доцент кафедры городского строительства и хозяйства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: очистка природных вод.

**Трякина Алена Сергеевна** – магистр, ассистент кафедры городского строительства и хозяйства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: очистка природных вод.

**Satin Igor** – PhD (Eng.), Assistant Professor, Municipal Building and Economy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: purification of natural water.

**Tryakina Alona** – master degree, Assistant, Municipal Building and Economy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: purification of natural water.