

Министерство образования и науки Российской Федерации  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО

Кафедра аналитической химии  
и химической экологии

**Нормирование и контроль качества водоемов Саратовской области**  
АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

Студентки 4 курса 411 группы  
Направления 20.03.01 Техносферная безопасность  
Института химии  
Шишовой Светланы Александровны

Научный руководитель

Профессор, д.х.н., профессор

\_\_\_\_\_

С.Н. Штыков

дата, подпись

Заведующий кафедрой

д.х.н., доцент

\_\_\_\_\_

Т.Ю. Русанова

дата, подпись

Саратов 2017

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность работы.** Вода - самое важное, удивительное и самое распространенное вещество на Земле, без которого не может существовать растительный мир, любой живой организм, так как не могут протекать биологические, биохимические, химические, а также многие созданные человеком технологические процессы.

Состав поверхностных вод природных и искусственных водоемов на Земле постоянно усложняется в результате попадания в них соединений, используемых в практической деятельности людей.

Контроль за химическим составом вод в каждом регионе осуществляют различные природоохранные экологические и санитарно-эпидемиологические лаборатории.

**Цель данной работы** рассмотреть, как производится нормирование и контроль качества водоемов Саратовской области.

-----  
Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие **задачи:**

- Узнать какую часть в экосистеме занимает вода на Земле, а так же ее виды, особенности и структуру;
- Познакомиться с промышленной очисткой воды и водоемов; с требованиями к воде и нормативно-техническими документами водно-санитарного законодательства;
- Провести анализ водоемов Саратовской области.

**Объекты и методы исследования.** Объектом исследования стали реки Сусла, Большой Караман и река Безымянная. Методами исследования были определения цветности, концентрации хлоридов, сульфатов, карбонатов и гидрокарбонатов, жесткости воды, кальция и перманганатной окисляемости.

Оптическую плотность растворов измеряли на фотометре КФК-3-01. Использовали кюветы с длиной оптического пути 5 см. Оптическую плотность

измеряли относительно раствора сравнения, содержащего все компоненты, кроме определяемого. Хлорид-ионы титровали азотнокислым серебром, содержание сульфатов находили методом градуировочного графика, жесткость воды определяли комплексонометрическим титрованием, а ионы карбонат- и гидрокарбонат- при совместном присутствии определяли методом кислотно – основного титрования с использованием в качестве титранта соляную кислоту.

**Структура работы** включает Введение, главу 1 (Обзор литературы) «О методиках проведения данной работы», главу 2 «Экспериментальная часть», в которой описаны объекты и методы исследования, вся аппаратура, все материалы и реактивы, также методика расчета статистической обработки, главу 3 «Обсуждение результатов», а также Выводы и Список использованной литературы.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **1.1. Вода как часть экосистемы Земли, виды воды на Земле**

Из курса химии известно, что вода – жидкость без вкуса, запаха и цвета, плотность примерно  $1,0 \text{ г/ см}^3$ . Воды мирового океана, атмосферы, рек, озер, подземные объединяются в общее понятие – гидросфера.

Вода — одно из самых динамичных соединений. Она находится в постоянном движении — переходит из одного физического состояния в другое. Её круговорот чрезвычайно важен для всего живого. Испаряясь с поверхности огромного Мирового океана, пресноводных водоёмов суши, почвы и растений, вода общим объемом  $525 \text{ тыс. км}^3$  сначала накапливается в атмосфере, а затем выпадает в виде осадков, как в океан, так и на сушу. Собственно, в этом и состоит простейшая схема её круговорота на Земле. В процессе фильтрации через почву вода обогащается минеральными и органическими веществами, образуя подземные воды, которые выходят на поверхность в виде рек, а оттуда возвращается в океан.

Озера, реки и пруды составляют основу пресных вод

## 1.2. Структура воды. Особенности уникальных физико-химических свойств воды

Молекула воды представляет собой диполь, содержащий положительный и отрицательный заряды на полюсах. Наличие этих четырех не компенсированных зарядов приводит к образованию четырех водородных связей, из которых каждая молекула воды образует с четырьмя соседними молекулами сетчатый каркас в молекуле льда. В жидком состоянии эти связи ослабевают, но не исчезают, т.е. вода представляет собой ажурную трёхмерную, подвижную пространственную сетку Н-связей, которые быстро рвутся и образуются вновь.

Всё это приводит к возникновению неоднородностей в структуре воды.

Еще одним аномальным свойством воды является её высокая удельная теплоемкость (4,1868 кДж/кг). Это объясняет, почему в ночное время и при переходе от лета к зиме вода остывает медленно, а днем или во время перехода от зимы к лету также медленно нагревается. Благодаря этому свойству вода является регулятором температуры на Земле.

По массе в состав воды входит 88,81% кислорода и 11,19% водорода, вода кипит при температуре +100°C, а замерзает при 0°C, она плохой проводник для электричества и теплоты, но хороший растворитель.

К ещё одной известной аномалии воды относится её температура замерзания и кипения. Если рассмотреть эти параметры в ряду элементов группы кислорода, т.е. соединений – аналогов воды  $\text{H}_2\text{Te} \rightarrow \text{H}_2\text{Se} \rightarrow \text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{H}_2\text{O}$ , то вода должна закипать при температуре -70°C, а замерзать при -90°C. Причина этого также состоит в наличии у воды четырех водородных связей и образовании трёхмерной сетки Н-связей. Кроме обычной воды существует «тяжелая» вода. Тяжелой водой ( $\text{D}_2\text{O}$ ) называется вода, в состав которой входит изотоп водорода дейтерий, химические реакции с такой водой протекают медленнее, чем с обычной, а её структура более упорядочена.

### **1.3. Виды загрязнений вод. Промышленная очистка воды и водоемов**

1. Сельское хозяйство
2. Добыча руды и выплавка металлов
3. Производство электроэнергии
4. Metallургическая промышленность
5. Химическая промышленность
6. Коммунальные и промышленные сточные воды
7. Транспорт

Методы очистки воды делятся на четыре группы:

1. Механические методы очистки воды являются наиболее дешевыми и применяются для выделения взвесей.

2. Химические методы очистки воды используются для нейтрализации в сточных водах неорганических примесей.

3. Физико-химические методы очистки воды используются для фильтрации грубо - и мелко- дисперсионных частиц и для нейтрализации коллоидных примесей и растворенных соединений.

4. Биологические методы очистки воды используются для нейтрализации растворенных органических соединений.

Способы очистки воды сегодня, могут порадовать своим многообразием от почти бесплатных до высокотехнологичных и дорогих:

1. Очистка воды частичным замораживанием. Этот способ очистки воды основан на том, что с начало замерзает наиболее пресная и чистая часть воды, а следом - имеющая соли и различные примеси. Талая вода проходит структурные изменения, в результате которых она приобретает целебные свойства. Эти свойства сохраняются первое время после оттаивания.

2. Очистка воды по принципу обратного осмоса. Конструкция фильтра, производящего очистку воды по принципу обратного осмоса.

Главный элемент – это тонкопленочная мембрана. Она позволяет достигать высокого качества воды, превосходя многие способы очистки воды.

3. Очистка воды озоном. Отличается своей экологичностью и высокими результатами очистки воды от растворенных примесей металлов и бактерий.

### **1.5. Водоемы Саратовской области и их особенности в отдельных регионах. Необходимость контроля качества воды**

Водоснабжение Саратова в основном осуществляется из коммунального хозяйственно-питьевого водопровода МУПП «Саратовводоканал» и частично от ведомственных водопроводов. Всего на территории города располагаются 4 коммунальных и 37 ведомственных централизованных водопроводов. Качество воды источников ведомственных водопроводов значительно хуже воды из источников коммунальных водопроводов.

Питьевая вода на выходе с водопроводных очистных сооружений МУПП «Саратовводоканал» в основном отвечает требованиям СанПиН 2.1.4.559-01 «Питьевая вода».

#### **Контроль качества воды**

Контроль качества воды позволяет определить соответствие воды ряду требований. Список показателей, по которым следует контролировать качество воды, регламентируется санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами (СанПиН).

### **1.6. Нормативно-технические документы водно-санитарного законодательства:**

- ГОСТ Р 56237-2014 (ИСО 5667-5:2006) «Вода питьевая».

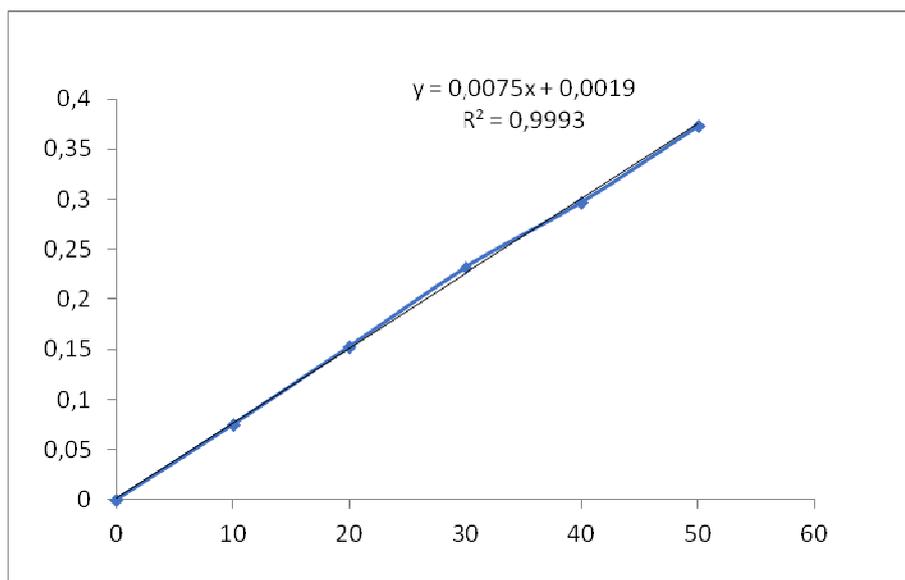
- ГОСТ 31952-2012 «Устройства водоочистные. Общие требования к эффективности и методы ее определения»;
- ГОСТ Р 57164-2016 «Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности»;
- ГОСТ 27384-2002 «Использование и охрана вод. Термины и определения»;
- СанПиН № 4630-88 «ПДК и ОДУ вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования»;
- СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества»

## Экспериментальная часть

### Результаты и их обсуждение

#### 2.1. Определение цветности воды

Цветность определяли фотометрическим методом. Результаты определения цветности воды, отобранной в трёх точках, по градуировочному графику представлены в таблице.



Градуировочный график для определения цветности воды

## Результаты определения цветности воды

Точка отбора и № пробы	340 нм	400 нм	$\Delta\lambda$	Цветность, ° X = y/0,0075, цветность = $\Delta\lambda/0,0075$
3.1 Сусла	0,928	0,322	0,606	83,1
	0,928	0,322	0,606	83,1
	0,930	0,325	0,605	82,8
4.1 Б.Караман	0,079	0,027	0,052	7,1
	0,080	0,028	0,052	7,1
	0,079	0,027	0,052	7,1
13.1 Безымьянная 2	0,240	0,076	0,164	22,4
	0,240	0,076	0,164	22,4
	0,242	0,074	0,168	23,0

## 2.2 Определение концентрации хлорид-иона

Концентрацию хлоридов определяли титриметрическим методом.

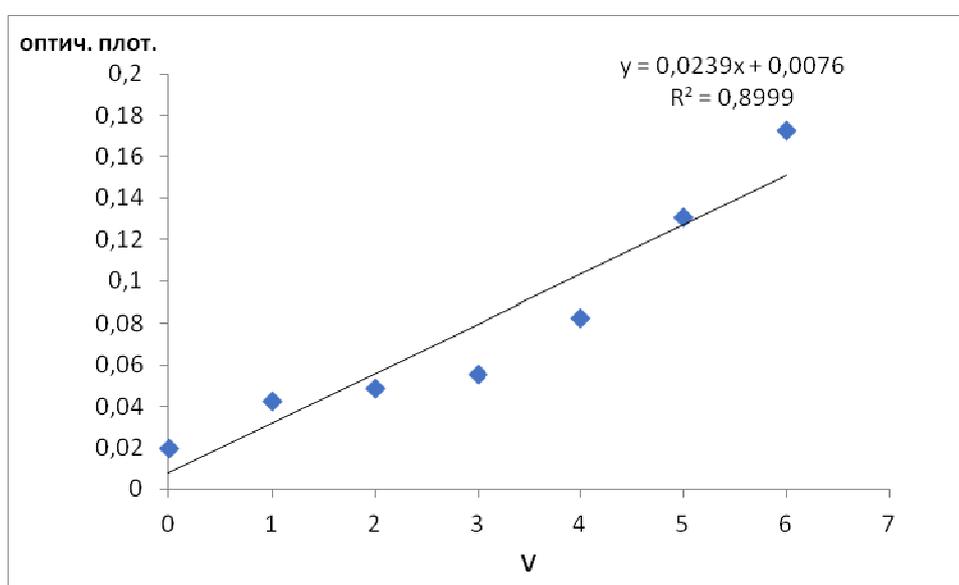
Результаты определения концентрации хлоридов в воде

Точка отбора (№ пробы)	V <sub>воды</sub>	V <sub>AgNO<sub>3</sub></sub> , мл	Cl <sup>-</sup> , мг/л
3.1 Сусла	10	4,6	230
		4,2	210
		4,8	240
4.1 Б.Караман	10	4,0	200
		4,2	210
		4,3	215

13.1	10	2,2	110
Безымянная		2,4	120
2		2,2	110

### 2.3. Турбидиметрическое определение сульфатов

Турбидиметрическое определение сульфатов проводили методом градуировочного графика. Градуировочный график, построенный по стандартным растворам. Результаты определения обобщены в таблице.



Градуировочный график для определения сульфатов

Результаты определения концентрации сульфатов в воде

Точка отбора (№ пробы)	Валиквоты воды, мл	Оптическая плотность( $\Delta$ )	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л, в аликвоте	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л, в пробе
3.1 Сусла	10	0,088	3,2	32
		0,088		
		0,087		
4.1 Б.Караман	5,0	0,112	4,4	88
		0,110		

		0,114		
13.1 Безымянная 2	5,0	0,067 0,068 0,067	2,2	44

#### 2.4. Определение перманганатной окисляемости

Результаты определения перманганатной окисляемости воды на холоду:

Точка отбора (№ пробы)	V <sub>1</sub> (холост), мл	V <sub>2</sub> мл	V <sub>3</sub> (+крахмал) мл	V(общ) V <sub>2</sub> + V <sub>3</sub> Мл
3.1 Сусла	11.4	5,2	2,8	8.0
		5,3	2,9	8,2
		5,3	2,9	8,3
4.1 Б.Караман	11.4	6,5	2,1	8,6
		6,5	2,2	8,7
		6,5	2,1	8,6
13.1 Безымянная 2	11.4	5,0	3,0	8,0
		5,3	2,9	8,2
		5,0	2,9	7,9

Результаты определения перманганатной окисляемости воды при нагревании:

Окисляемость воды при нагревании V<sub>1</sub> (холост) = 11,4 мл

Точка отбора (№ пробы)	V <sub>2</sub> ,мл	V <sub>3</sub> мл (+крахмал)	V(общ), мл V <sub>2</sub> + V <sub>3</sub> (при нагреве)	V(общ), мл V <sub>2</sub> + V <sub>3</sub> (на холоду)	$\sum C_x$ , мг O <sub>2</sub> /л
---------------------------	--------------------	---------------------------------	--	--	---

3.1 Сусла	4,4	2,8	7,2	8,0	6,0
	4,5	2,5	7,0	8,2	
	4,4	2,8	7,2	8,3	
4.1 Б.Караман	4,0	4,1	8,1	8,6	4,9
	4,0	3,9	7,9	8,7	
	4,1	3,9	8,0	8,6	
13.1 Безымянная 2	3,2	4,0	7,2	8,0	6,1
	3,2	4,0	7,2	8,2	
	3,0	4,0	7,0	7,2	

## 2.5 Определение разных видов жесткости воды

Результаты определения общей жесткости воды

Точка ( № пробы)	V <sub>воды</sub> , МЛ	V <sub>компл</sub> , МЛ C <sub>компл</sub> 0,02 N	Общая жесткость, ММОЛЬ-ЭКВ/Л
3.1 Сусла	10	2,3	4,6
		2,5	5,0
		2,5	5,0
4.1 Б.Караман	10	5,5	11,0
		5,5	11,0
		5,6	11,2
13.1 Безымянная 2	10	2,6	5,2
		2,5	5,0
		2,5	5,0

Результаты определения кальция в воде

Точка отбора (№ пробы)	V <sub>воды</sub> , МЛ	V <sub>компл</sub> , МЛ C <sub>компл</sub> 0,02 N	Кальциевая жесткость, $\frac{C_{\text{Ca}} \text{ мг}}{\text{л}}$ 20,04	Кальциевая жесткость, МГ/Л

			ММОЛЬ-ЭКВ/Л	
3.1 Сусла	10	1,9	3,8	76,2
		2,0	4,0	80,2
		2,0	4,0	80,2
4.1 Б.Караман	10	2,7	5,4	108,2
		2,5	5,0	100,2
		2,5	5,0	100,2
13.1 Безымянная 2	10	1,1	2,2	44,1
		1,1	2,2	44,1
		1,0	2,0	40,0

Обобщенные данные определения разных видов жесткости воды (n = 3, P=0,95)

Точка (№ пробы)	Общая жесткость, ММОЛЬ-ЭКВ/Л	Кальциевая жесткость, ММОЛЬ- ЭКВ/Л	Магниева жесткость, ММОЛЬ- ЭКВ/Л	рН
3.1	4,8±0,6	3,9±0,1	0,9	6,98
4.1	11,0±0,3	5,1±0,1	<b>5,8</b>	7,78
13.1	5,1±0,3	2,1±0,1	2,9	7,57

## 2.6. Определение гидрокарбонатов в воде

Результаты определения представлены в таблице

Точка (№ пробы)	V аликвоты, мл	V титранта, мл		HCO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , мг/л
3.1 Сусла	10	1,0	0,098	305
4.1 Б.Караман	10	1,9	1,8	579
13.1 Безымянная 2	10	1,4	1,4	412

(  $C_{(HCl)} = 0,05M$  )

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Собраны и проанализированы литературные данные о распространении разных типов вод на Земле, описаны структура и аномальные свойства воды. Рассмотрены виды загрязнений воды и способы их очистки, а также требования к питьевой воде и воде, применяемой в промышленности, сельском хозяйстве и рыбоводстве. Показана необходимость контроля качества воды и рассмотрены нормативные документы по контролю качества воды.

2. Собраны и проанализированы методики контроля основных компонентов воды (рН, цветность, содержание хлоридов, сульфатов, кальция перманганатной окисляемости, общей жесткости, гидрокарбонатов, определяющие параметры качества воды. Рассмотрена методология статистической обработки результатов определений.

3. Отобраны пробы и проведен анализ воды в трех водоемах Саратовской области на цветность, рН, содержание хлоридов, сульфатов, перманганатной окисляемости, общей жесткости, кальция и гидрокарбонатов, представленных в соответствующих таблицах. Все результаты трех параллельных определений каждого параметра воды статистически обработаны и сведены в таблицы. Установлено, что по параметру цветности требованиям ПДК не удовлетворяет вода р. Б.Караман, а требованиям жесткости воды р. Б.Карамана относятся к типу «жестких» вод и должны подвергаться длительному кипячению перед употреблением или другой дополнительной очистке. Основная же масса проб по жесткости значительно ниже ПДК и примерно соответствует среднему значению этой величины для большинства наших рек.