

## Проект на тему «Мониторинг загрязнения реки Сатис города Сарова» (2012 г.)

**Немченко Юлия,**

ученица 10 А класса МБОУ ШКОЛА № 12, г. Саров, Нижегородская область

Руководитель:

**Никифорова Екатерина Николаевна**

учитель географии 1 категории, г. Саров, Нижегородская область

Актуальность проекта состоит в том, что одной из проблем нашего времени является экологическое состояние окружающей среды. Мы не подозреваем, что при нашем лёгкомысленном отношении к флоре и фауне мы тем самым нарушаем не только установленные природой законы, но и на корню губим своё существование. Это проявляется в том, что на сегодняшний день мы уже не можем порадоваться натуральной пище, свежему воздуху и чистой воде. Качество воды в большинстве водоёмов на территории России не отвечает нормативным требованиям. Многолетние научные наблюдения динамики качества поверхностных вод выявили тенденцию к росту их загрязнения. Высокий уровень загрязнения поверхностных и подземных вод, неудовлетворительное качество питьевой воды, почвенного покрова городских и загородных территорий — всё это негативно влияет на качество жизни и тем самым сокращает её продолжительность. Именно проблему экологического состояния нашего водного бассейна рассматривает данная работа, речь в которой пойдёт о реке Сатис как о важнейшем хранилище живой и мертвой влаги.

**Цель работы:** провести мониторинг загрязнения реки Сатис города Сарова, оценить и сравнить между собой антропогенную нагрузку на исследуемый водный объект разных точках реки в черте города.

**Объектом проекта** является река Сатис, как источник пресной воды, наиболее активно подвергающийся антропогенному воздействию.

Для реализации поставленной цели, необходимо было решить следующие задачи:

1. Изучить и проанализировать информацию о реке Сатис и исследуемой территории города Сарова;

2. На основе проведённого анализа наметить точки для отбора проб воды с це-

лью провести анализы для изучения антропогенного влияния на исследуемый водный объект;

3. Выявить наиболее эффективные гидрохимические показатели, необходимые для исследования антропогенного воздействия на реку;

4. Исследовать гидрохимические показатели в разных точках реки Сатис на территории города Сарова;

5. Сравнить полученные результаты и сделать выводы об антропогенной нагрузке на качество воды;

6. Составить перечень мер, необходимых для улучшения экологического состояния рек.

### Сведения о реке Сатис города Сарова

#### Общая характеристика реки Сатис

Сатис — река Нижегородской области и республики Мордовия. Является правым притоком реки Мокша.

Происхождение топонима остаётся до конца невыясненным. Есть версия, что название Сатис тюркского происхождения (от двух татарских слов: саи — мелкая и тиз — быстрая). У места впадения в Сатис реки Саровки возник Саровский монастырь, получивший затем полное название по именам этих двух рек: Сатисо-град-Саровская пустынь.

Длина реки Сатис — 93 км, площадь водосбора — 1 570 кв. км, средняя ширина от 2 до 10 м, максимальная — 20 м, средние глубины 0,3–0,8 м, максимальные — 3,5 м. Исток находится в 5 км северо-восточнее посёлка Сатис Первомайского района (Нижегородская область), устье — река Мокша в районе посёлка Нижний Сатис (Темниковский район республики Мордовия). Дно песчаное, с примесью гальки. Вода холодная, прозрачная, с характерным высоким

содержанием сульфатов и солей кальция. Прибрежная почва богата известняками и бурым железняком, из-за которого вода реки после сильных дождей приобретает красный оттенок. Питание за счёт родников. В разной степени водная растительность выражена осокой, стрелолистом, роголистником.

Множество притоков образуют густую, разветвлённую сеть в пределах Мордовского заповедника. Основные левые притоки — река Арга, Саровка с притоком Ольховкой, Сысов, Чёрная, Пушта с Вязь-Пуштой; правые — Сухой Сатис, Пуза, Вичкинза, Вятская, Вичкинза.

Ихтиофауна представлена: верховкой, вьюном, голавлем, голянком, гольцом, густерой, ельцом, ершом, золотым и серебряным карасем, карпом, красноперкой, лещом, линем, налимом, пескарем, плотвой, окунем, ротаном, уклейкой, щукой, язью.

Существует тенденция к последовательному увеличению численности популярных видов, чувствительно реагирующих на загрязнённость водной среды: пескарь, уклейка, голавль, ёрш, елец, что свидетельствует о восстановительных процессах.

### Водосбор и водоток

Площадь водосбора реки составляет 1570 км<sup>2</sup>. Приблизительно треть этой величины приходится на Мордовию. Годовой сток реки значительно менялся в последние годы.

Ширина водотока описываемой реки в нескольких километрах от истока — вблизи посёлка Сатис (Первомайский район) — около 2–3 метров. Глубина 0,3–0,5 м. Течение быстрое (около 0,8 м/с), вода прозрачная. Дно сложено галькой, песком. Берега покрыты лесом. Характер местности остаётся практически однородным до города Саров.

У посёлка Лесозавод ширина водотока колеблется в пределах 3–5 м. Скорость течения 0,7–0,8 м/с. Глубина 0,5–0,8 м. Вода прозрачная. Дно реки сложено главным образом песком, мелкой галькой. Высшая водная растительность представлена стрелолистом, роголистником, осокой. Чуть ниже по течению режим водотока нарушен из-за запруженного участка (длиной около 100 м), здесь ширина реки составляет 8–10 м. Далее характер водотока восстанавливается.

На участке между посёлками Новостройка (Хитрый) и Сатис (Дивеевский район) характер местности изменяется. Правый берег представлен заливными лу-

гами. Левый берег, покрытый густым лесом, образует крутой склон. Характер водотока значительно меняется. Ширина изменяется в пределах 6–10 м. Скорость течения 0,6–1,0 м/с. Глубина 1,0–1,5 м, на отмелях 0,3–0,5 м, в омутах до 3,0–3,5 м. Дно на мелководье сложено галькой и песком, в омутах — глиной, илом. В прибрежной зоне из высшей растительности преобладает стрелолист, местами встречается осока.

Ниже по течению, между п. Беленки и с. Аламасово водоток имеет ширину до 20 м. Глубина 1,0–1,5 м. Течение замедлено (0,3 м/с). Дно песчаное. У с. Аламасово имеется большой омут (до 4 м глубиной) с обрывистыми, местами каменистыми, берегами. Далее русло сужается до 8–11 м.

Около устья, в районе деревень Торжок (Вознесенский район Нижегородской области) и Нижний Сатис (Темниковский район), ширина водостока колеблется в пределах 10–12 м. Дно песчаное, несколько глинистое, местами чуть заилено. Скорость течения 1,0 м/с. Глубина не более 1,5 м, в самом устье — менее 1 м. Левый берег заболочен, заросший ивняком. Из высшей водной растительности доминирует осока, в меньшей степени стрелолист.

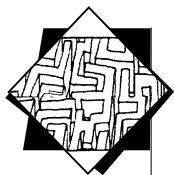
### Характеристика исследуемой территории

Саров — город-ЗАТО в Нижегородской области, на границе с Мордовией. Границы городской зоны в 1947 году были установлены на карте и во многих местах проходили по нетронутому лесному массиву.

Население 92 073 жителей (2010 год).

Саров очень сильно отличается от среднестатистической русской провинции. Прибран, ухожен и зелен. Символом города является колокольня, которая входит в комплекс зданий бывшего Саровского монастыря.





Вместе сосуществуют комплекс крупных научно-технических центров инаиболее почитаемая православная святыня — место молитвенного подвига Серафима Саровского.

В Сарове находится 9 памятников природы: Ближняя и Дальняя пустынки, Саровские серебряные ключи, Эрзянское священное урочище Кереметь, Заливной луг в пойме реки Сатис, монастырские пруды Протяжковский и Варламовский, монастырский Шелокшанский прудок, монастырское урочище Филипповка и Сысовский кордон.

Многие улицы нашего города названы в честь людей, которые жили в Сарове и здесь же начинали работать над созданием отечественной атомной и водородной бомбы: Курчатова, Харитона, Александровича, Музрукова.

Как и все населённые пункты в городе Сарове существуют проблемы антропогенного характера, влияющие на экологическое состояние окружающей среды, в том числе на качество поверхностных вод и водных источников. Многолетние научные наблюдения выявили тенденцию к росту их антропогенного загрязнения. Объектом изучения является река Сатис, берущая своё начало из чистых родников в девственных лесах Мордовского заповедника и протекающая через центр по всей территории города Саров.

В настоящее время главными промышленными загрязнителями р. Сатис являются предприятия г. Сарова: ТЭЦ, сточные воды промышленных предприятий, городская канализация.

Главными источниками загрязнения бытовым мусором являются территории вблизи родников Святого Серафима Саровского, — мест большого скопления туристов и паломников.

## Методика выполнения исследований

### Краткое описание проведения мониторинга

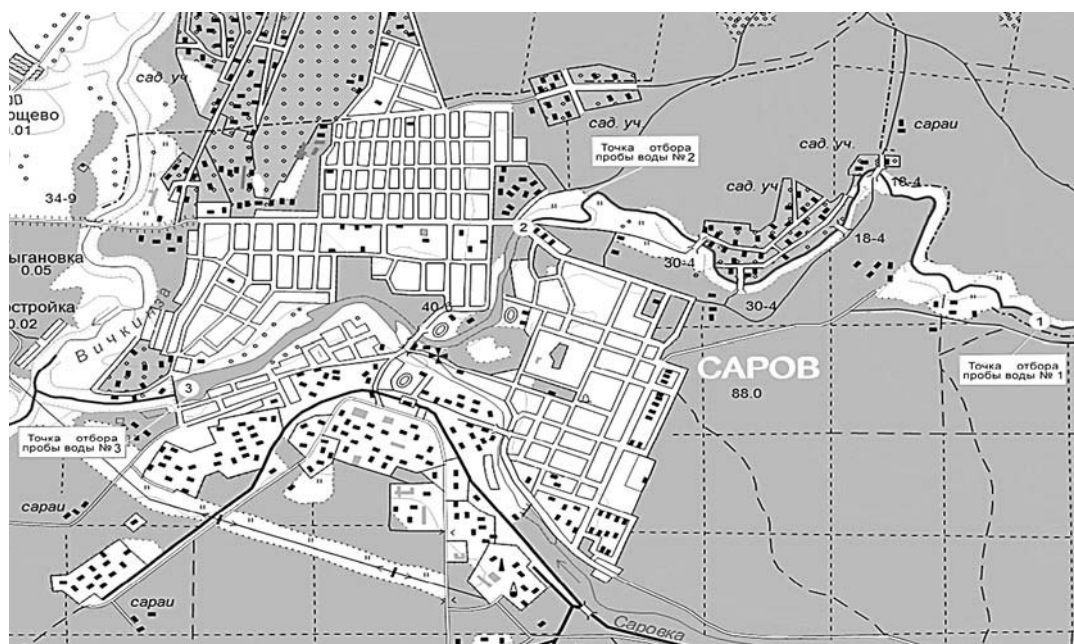
В ходе работы мной были выбраны три точки для отбора проб в черте города.

1. Учитывая, что река берёт свой исток близ городской черты в Первомайском районе, и основным питанием её являются родники, в том числе и родники Серебряные ключи, которые располагаются в лесном массиве в черте города:

**Первая точка** выбрана как наиболее экологически чистая часть реки, протекая сквозь лесные массивы не испытывая на себе значительного влияния городской среды.



Пробы брались с середины реки, так как в этом месте река ещё достаточно мелка, и не составляет трудности. Она будет использоваться как контрольная точка.



2. Река протекает через город, где возрастает антропогенная нагрузка в виде сточных вод, стекающих с промышленных и жилых зон, автодорог. Соответственно **вторая точка** была выбрана в центре города близ больницы, она является наиболее удобной для взятия проб воды, так как в этом месте её пересекает мост и пробы воды берутся непосредственно с середины реки.

3. **Третья точка** выбрана также не слу-



чайно, поскольку река, протекая через город, минуя жилую и промышленную зоны, в том числе и городскую теплоэлектростанцию (ТЭЦ), которая также сбрасывает сточные воды в реку к плотине, где расположены очистные сооружения города. Пробы воды брались по центру реки с моста плотины.



### Методика гидрохимических исследований

#### Выполнение анализа на рН:

1. Колориметрическую пробирку сполосните несколько раз анализируемой водой. В пробирку налейте до метки анализируемую воду (5 мл).

2. Добавьте пипеткой-капельницей 3–4 капли (около 0,10 мл) раствора универсального индикатора и встряхните пробирку.

3. Окраску раствора сразу же сравните с контрольной шкалой, выбирая ближайший по характеру окраски образец шкалы. Окраску наблюдайте сверху через открытое отверстие пробирки на белом фоне при достаточном освещении.

#### Выполнение анализа на общее железо:

1. Отобрать в склянку анализируемую воду до метки «10 мл», предварительно ополоснув её 2–3 раза той же водой.

2. Используя универсальную индикаторную бумагу, определить рН среды.

3. С помощью пипетки-капельницы, в зависимости от найденного рН, добавлять растворы гидроксида натрия либо соляной кислоты, довести рН пробы до рН 4–5.

4. Используя универсальную индикаторную бумагу, проверить рН среды. Значение рН должно быть 4–5.

5. В склянку пипеткой-капельницей добавьте 4–5 капель раствора солянокислого гидроксиламина (около 0,2 мл).

6. Добавить 1,0 мл ацетатного буферного раствора.

7. Добавить 0,5 мл раствора ортофенантролина, раствор в склянке оставить не менее чем на 15–20 минут для полного развития окраски.

8. Склянку с пробой поместить на белое поле контрольной шкалы и, освещая склянку рассеянным белым светом достаточной интенсивности, определить ближайшее по окраске поле контрольной шкалы и соответствующее ему значение концентрации железа общего в мг/л.

#### Выполнение анализа на аммоний:

1. Налейте анализируемую воду в колориметрическую пробирку до метки «5 мл», предварительно ополоснув её 2–3 раза той же водой.

2. Добавьте в воду содержимое одной капсулы (около 0,1 г) сегнетовой соли и туда же пипеткой — 1,0 мл реактива Несслера. Содержимое пробирки перемешайте встряхиванием.

3. Оставьте смесь на 1–2 мин. для завершения реакции.

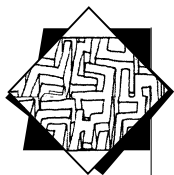
4. Окраску раствора в пробирке сравните на белом фоне с контрольной шкалой образцов окраски.

#### Выполнение анализа на нитраты:

1. Градуированную пробирку ополосните несколько раз анализируемой водой. В пробирку отберите 6 мл анализируемой водой (пробы), прибавьте дистиллят до значения объёма 11 мл и перемешайте.

2. К содержимому пробирки добавьте 2,0 мл свежеприготовленного реактива на нитратанионы, закройте пробирку и встряхните для перемешивания раствора.

3. Прибавьте в пробирку около 0,2 г порошка цинкового восстановителя, используя шпатель (0,2 г порошка заполняют шпатель на 1/2 глубины, не образуя «горки»). Закройте пробирку пробкой и тщательно перемешайте.



4. Оставьте пробирку на 15 минут для полного протекания реакции, периодически встряхивая содержимое пробирки.

5. В склянку для колориметрирования перелейте раствор из пробирки до метки «10», стараясь не допускать попадания осадка в склянку.

6. Проведите визуальное колориметрирование пробы. Для этого склянку поместите на белое поле контрольной шкалы и, освещая склянку рассеянным белым светом достаточной интенсивности, определите ближайшее по окраске поле контрольной шкалы и соответствующее ему значение концентрации нитрат-анионов в мг/л.

#### **Выполнение анализа на общую жёсткость:**

1. Мерную склянку ополосните несколько раз анализируемой водой. В склянку налейте до метки определённый объём анализируемой воды, в зависимости от предполагаемой жёсткости.

2. Расположите склянку с раствором на белом фоне при достаточной освещённости. Добавляйте пипеткой-капельницей к пробе раствор титранта, считая капли. Обратите внимание на цвет раствора после добавления первых капель титранта — розовый. (Начало титрования).

3. Продолжайте добавлять раствор титранта по каплям, непрерывно перемешивая содержимое склянки и сравнивая окраску раствора с контрольной шкалой, до изменения цвета раствора от розового до сиренево-синего. Вблизи точки эквивалентности, после добавления очередной капли, наблюдайте за окраской раствора не менее 10–20 сек. (Окончание титрования) Для уточнения количества капель раствора титранта, израсходованных на титрование, анализ рекомендуется повторить, при этом для анализа отбирать пробы в объёме согласно меткам на мерной склянке: — для мягкой воды (1,5–3,0 ммоль/л экв.) — до метки «10 мл»; для воды средней жёсткости (3,0–6,0 ммоль/л экв.) и жёсткой (6,0–10,0 ммоль/л экв.) — до метки «5 мл»; для очень жёсткой воды (более 10,0 ммоль/л экв.) — до метки «2,5 мл».

4. Определите величину общей жёсткости воды в пробе в ммоль/л экв. в зависимости от объёма пробы и количества капель раствора титранта по формуле:

$$ОЖ = \frac{5 \times N}{V}$$

где:  $N$  — количество капель раствора титранта;  $V$  — объём анализируемой пробы, мл.

5. После проведения анализа склянку для титрования и пипетку промойте чистой водой, склянку с раствором титранта герметично закройте и уложите в коробку. При анализе водных растворов с величиной общей жёсткости менее 0,5 ммоль/л экв. и более 10 ммоль/л экв. рекомендуется отбирать анализируемую пробу в количестве, обратно пропорциональном величине общей жёсткости, но не более 20 мл. В данном случае пробы отбирайте с помощью пипетки (менее 2,5 мл) или мерного цилиндра (более 10 мл).

#### **Выполнение анализа на хлориды:**

1. В склянку налейте 10 мл анализируемой воды.

2. Добавьте в склянку пипеткой-капельницей 3 капли раствора хромата калия.

3. Герметично закройте склянку пробкой и встряхните, чтобы перемешать содержимое.

4. Постепенно титруйте содержимое склянки раствором нитрата серебра при перемешивании до появления исчезающей бурой окраски. Определите объём раствора, израсходованный на титрование ( $V_{хл}$ , мл.).

5. Рассчитайте массовую концентрацию хлориданиона ( $C_{хл}$ , мг/л.) по формуле:

$$C_{хл} = V_{хл} \times 178$$

Результат округлите до целых чисел.

#### **Санитарно-токсикологическая характеристика водных примесей**

**Водородный показатель.** Водородный показатель определяет, к какой среде относится вода: кислой или щелочной, он не должен выходить за пределы **6,5–8,5**. Изменение рН природной воды сверх допустимых значений создаёт среду, непригодную для существования большинства водных организмов, особенно простейших. Изменение рН воды водоёмов могут вызываться промышленными сточными водами, сточными ливневыми или тальными водами, или «кислотными дождями».

рН воды — один из важнейших рабочих показателей качества воды, во многом определяющих характер химических и биологических процессов, происходящих в воде. В зависимости от величины рН может изменяться скорость протекания химических реакций, степень коррозионной агрессивности воды, токсичность загрязняющих веществ и т.д.

Контроль за уровнем рН особенно важен на всех стадиях водоочистки, так как его «уход» в ту или иную сторону может не только существенно сказаться на запахе, привкусе и внешнем виде воды, но и повлиять на эффективность водоочистных мероприятий. Оптимальная требуемая величина рН варьируется для различных систем водоочистки в соответствии с составом воды, характером материалов, применяемых в системе распределения, а также в зависимости от применяемых методов водообработки.

Обычно уровень рН находится в пределах, при которых он непосредственно не влияет на потребительские качества воды. Так, в речных водах рН обычно находится в пределах 6,5–8,5

Вместе с тем известно, что при низком рН вода обладает высокой коррозионной активностью, а при высоких уровнях (рН>11) вода приобретает характерную мылкость, неприятный запах, способна вызывать раздражение глаз и кожи. Именно поэтому для питьевой и хозяйственно-бытовой воды оптимальным считается уровень рН в диапазоне от 6 до 9.

**Жёсткость воды.** Жёсткость воды обуславливается содержанием в ней солей кальция и магния. Различают карбонатную жёсткость, обуславливаемую наличием в воде двууглекислых солей кальция и магния, и некарбонатную, при которой в воде содержатся другие соли Са и Mg (сульфаты, хлориды, нитраты и др.). Суммарная жёсткость воды называется общей жёсткостью. Вода разных природных источников имеет весьма различную жёсткость. Речная вода, за некоторыми исключениями, обладает относительно небольшой жёсткостью. Так, вода Волги имеет жёсткость 4,5–6 мг-экв/л, жёсткость воды Москва-реки колеблется в течение года от 2 до 5 мг-экв/л. Вместе с тем вода рек, прорезающих толщу известковых и гипсовых пород, часто отличается весьма большой жёсткостью. Жёсткость речной воды обычно меняется в течение года, снижаясь до минимального значения в период паводков. Воды подземных источников в большинстве случаев имеют более значительную жёсткость, чем поверхностные воды. Для питья может использоваться относительно жёсткая вода, так как наличие в воде солей жёсткости не вредно для здоровья и обычно не ухудшает её вкусовых качеств. Однако использование воды с большой жёсткостью для хозяйственных целей вызы-

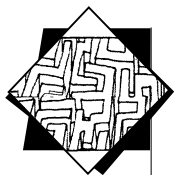
вает ряд неудобств: образуется накипь на стенках варочных котлов и кипятильников, увеличивается расход мыла при стирке, медленно развариваются мясо и овощи и т.д. Поэтому общая жёсткость воды, подаваемой водопроводами для хозяйственно-питьевых нужд, не должна превышать 10 мг-экв/л.

**Аммоний.** Содержание ионов аммония в природных водах варьирует в интервале от 10 до 200 мкг/дм<sup>3</sup> в пересчёте на азот. Присутствие в незагрязнённых поверхностных водах ионов аммония связано главным образом с процессами биохимической деградации белковых веществ, дезаминирования аминокислот, разложения мочевины под действием уреазы. Основными источниками поступления ионов аммония в водные объекты являются животноводческие фермы, хозяйственно-бытовые сточные воды, поверхностный сток с сельскохозяйственных угодий в случае использования аммонийных удобрений, а также сточные воды предприятий пищевой, коксохимической, лесохимической и химической промышленности. В стоках промышленных предприятий содержится до 1 мг/дм<sup>3</sup> аммония, в бытовых стоках — 2–7 мг/дм<sup>3</sup>; с хозяйственно-бытовыми сточными водами в канализационные системы ежедневно поступает до 10 г аммонийного азота (на одного жителя).

Присутствие аммония в концентрациях порядка 1 мг/л снижает способность гемоглобина рыб связывать кислород. Признаки интоксикации — возбуждение, судороги, рыба мечется по воде и выпрыгивает на поверхность. Механизм токсического действия — возбуждение центральной нервной системы, поражение жаберного эпителия, гемолиз (разрыв) эритроцитов. Токсичность аммония возрастает с повышением рН среды. При длительном употреблении питьевой воды и пищевых продуктов, содержащих значительные количества нитратов (от 25 до 100 мг/л по азоту), резко возрастает концентрация метгемоглобина в крови.

**Нитраты.** Продукты окисления органического азота бактериями. Повышенное содержание нитратов в воде вызывает токсический цианоз. Всасывание нитратов приводит к повышению содержания метгемоглобина в крови. Присутствие нитратных ионов в природных водах связано с:

- внутриводоемными процессами нитрификации аммонийных ионов в присутствии кислорода под действием нитрифицирующих бактерий;



- атмосферными осадками, которые поглощают образующиеся при атмосферных электрических разрядах оксиды азота (концентрация нитратов в атмосферных осадках достигает  $0,9-1 \text{ мг/дм}^3$ );

- промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами, особенно после биологической очистки, когда концентрация достигает  $50 \text{ мг/дм}^3$ ;

- стоком с сельскохозяйственных угодий и со сбросными водами с орошаемых полей, на которых применяются азотные удобрения.

Главными процессами, направленными на понижение концентрации нитратов, являются потребление их фитопланктоном и денитрофицирующими бактериями, которые при недостатке кислорода используют кислород нитратов на окисление органических веществ. В поверхностных водах нитраты находятся в растворённой форме. Концентрация нитратов в поверхностных водах подвержена заметным сезонным колебаниям: минимальная в вегетационный период, она увеличивается осенью и достигает максимума зимой, когда при минимальном потреблении азота происходит разложение органических веществ и переход азота из органических форм в минеральные. Амплитуда сезонных колебаний может служить одним из показателей эвтрофирования водного объекта. Подземные водоносные горизонты в большей степени подвержены нитратному загрязнению, чем поверхностные водоёмы (т.к. отсутствует потребитель нитратов). В воздействии на человека различают первичную токсичность собственно нитрат-иона; вторичную, связанную с образованием нитрит-иона, и третичную, обусловленную образованием из нитритов и аминов нитрозаминов.

ПДК<sub>в</sub> нитратов составляет  $45 \text{ мг/дм}^3$  (по  $\text{NO}_3^-$ ), ПДК<sub>вр</sub> —  $40 \text{ мг/дм}^3$  (по  $\text{NO}_3^-$ ) или  $9,1 \text{ мг/дм}^3$  (по азоту).

**Хлориды.** В речных водах и водах пресных озёр содержание хлоридов колеблется от долей миллиграмма до десятков, сотен, а иногда и тысяч миллиграммов на литр. В морских и подземных водах содержание хлоридов значительно выше — вплоть до пересыщенных растворов и расолов.

Хлориды являются преобладающим анионом в высокоминерализованных водах. Концентрация хлоридов в поверхностных водах подвержена заметным сезонным колебаниям, коррелирующим с изменением общей минерализации воды.

Первичными источниками хлоридов являются магматические породы, в состав которых входят хлорсодержащие минералы (содалит, хлорапатит и др.), соленосные отложения, в основном галит. Значительные количества хлоридов поступают в воду в результате обмена с океаном через атмосферу, взаимодействия атмосферных осадков с почвами, особенно засоленными, а также при вулканических выбросах. Возрастающее значение приобретают промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды.

В отличие от сульфатных и карбонатных ионов хлориды не склонны к образованию ассоциированных ионных пар. Из всех анионов хлориды обладают наибольшей миграционной способностью, что объясняется их хорошей растворимостью, слабо выраженной способностью к сорбции взвешенными веществами и потреблением водными организмами. Повышенные содержания хлоридов ухудшают вкусовые качества воды, делают её малопривлекательной для питьевого водоснабжения и ограничивают применение для многих технических и хозяйственных целей, а также для орошения сельскохозяйственных угодий. Если в питьевой воде есть ионы натрия, то концентрация хлорида выше  $250 \text{ мг/дм}^3$  придаёт воде солёный вкус. Концентрации хлоридов и их колебания, в том числе суточные, могут служить одним из критериев загрязнённости водоёма хозяйственно-бытовыми стоками.

Нет данных о том, что высокие концентрации хлоридов оказывают вредное влияние на человека. ПДК<sub>в</sub> составляет  $350 \text{ мг/дм}^3$ , ПДК<sub>вр</sub> —  $300 \text{ мг/дм}^3$ .

**Железо.** ПДК железа в воде водоёмов —  $0,1 \text{ мг/л}$ . Токсичность железа в воде зависит от pH. В щелочной среде токсичность для рыб резко возрастает, так как образуются гидроксиды железа, которые осаждаются на жабрах, закупоривают их и разъедают. Кроме того, двухокисное железо переходит трёхокисное, которое связывает растворённый кислород, приводя к массовой гибели рыб и других гидробионтов.

Оптимальная концентрация железа для водорослей  $0,14-1,4 \text{ мг/л}$ . Суточная потребность в железе взрослого питьевой воде —  $0,3 \text{ мг/л}$ . Активно аккумулирует железо водная флора, причём интенсивность накопления зависит от времени года. Интенсивно аккумулируют железо синезелёные водоросли. Некоторые бактерии,

являющиеся кормом малоцетинковых червей, также концентрируют железо. Таким путём осуществляется передача металла по трофической сети к более высокообразованным организмам.

Интенсивная деятельность особых железобактерий приводит к тому, что железо в водоёме не рассеивается, а быстро окисляется и концентрируется в донных отложениях. Животные организмы аккумулируют железо в меньших количествах, чем растения.

Токсичность железа в воде зависит от рН. В щелочной среде токсичность для рыб резко возрастает, так как образуются гидрооксиды железа, которые осаждаются на жабрах, закупоривают их и разъедают. Кроме того, двуокисное железо переходит трёхкисное, которое связывает растворённый кислород, приводя к массовой гибели рыб и других гидробионтов.

Оптимальная концентрация железа для водорослей 0,14–1,4 мг/л. Суточная потребность в железе взрослого человека составляет 11–30 мг.

**Цветность воды.** Цветность природной воды зависит от присутствия окрашенных органических веществ (в основном — это гуминовые и фульвовые кислоты), соединений трёхвалентного железа и некоторых других металлов (таких как естественные примеси или, например, продукты коррозии). Слив, некоторыми предприятиями, отработанной, т.е. сточной воды — также может повлиять на уровень окраски воды.

Это важный показатель качества воды, который обуславливает интенсивность окраски воды. Существует два вида цветности: «кажущийся цвет», когда в воде присутствуют коллоидные и взвешенные частицы, и «истинный цвет» в такой воде присутствуют только растворённые вещества. Уровень цветности природной воды колеблется от единиц до тысяч градусов. В сравнении с эталонами которые выражаются в градусах платиново-кобальтовой шкалы и окраски испытываемой воды определяется цветность.

Количество веществ, влияющих на цветность, зависит от многих факторов: от водоносных горизонтов, характера почв, геологических условий и т.д. Известно, что поверхностные воды рек и озёр, расположенные в зонах торфяных болот и заболоченных лесов имеют наибольшую цветность, а в лесостепях и степных зонах — наименьшую. В зимнее время присутствие

органических веществ в природных водах минимальное, наряду с тем, что весной в период паводка и половодья, а также летом во время усиленного роста водорослей, так называемого «цветения воды» — оно возрастает. Чаще именно подземные воды имеют меньшую цветность, чем поверхностные.

Очень важно найти причину цветности т.к. высокая цветность является признаком, говорящим о несоответствии и неблагополучии воды. Присутствие в воде органики ухудшает органолептические свойства воды, приводит к возникновению посторонних запахов, вызывает резкое падение концентрации растворённого в воде кислорода, что может неблагоприятно отразиться на ряде процессов водоочистки. Несмотря на то, что некоторые органические соединения достаточно безвредны, однако встречаясь и вступая в реакцию, например, с хлором, могут превратиться в очень вредные и опасные для людей соединения, и нанести непоправимый вред здоровью.

В тексте объясняется, для чего же были проведены данные методики гидрохимического анализа воды исследуемого водоёма. Какое допустимое содержание исследуемых веществ. И как можно интерпретировать результаты, говорится о предполагаемых причинах превышения в составе воды тех или иных химических веществ, эти данные необходимы для того, чтобы сформулировать выводы о качестве воды после проведённого исследования и доказательства наличия антропогенной нагрузки на исследуемый водный объект в черте города. Недостаточно полно описаны последствия употребления воды, содержащей вредные примеси, не акцентировано внимание на вреде здоровью человека.

## Результаты гидрохимических исследований

### Результаты исследований и их обсуждения

Результаты гидрохимических исследований приведены в таблице 1.

#### *Температура*

Одной из важных характеристик состояния и режима водного объекта является температура воды, которая определяет тепловое состояние и термический режим водных объектов (рис 1).



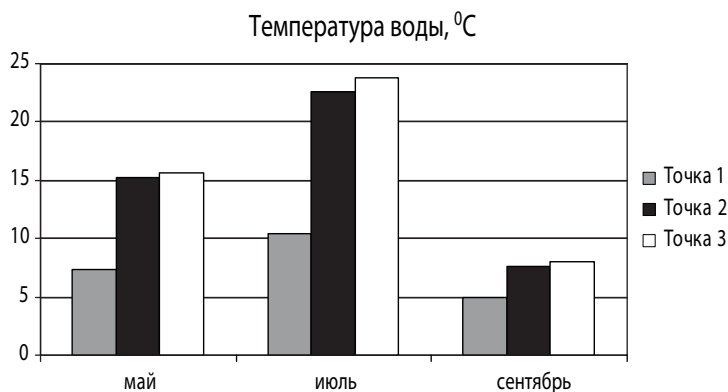
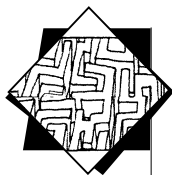


Рис. 1

### Цветность

Цветность воды в точке № 1 отсутствует, что говорит о чистоте данного участка.

В точках № 2 и 3 цвет воды серый в период половодья, а летом — цвет воды на данных участках зелёный, что означает усиленный рост водорослей, так называемое «цветение воды»; этот факт можно объяснить сбросом сточных вод (т.е. непосредственно влияние антропогенного фактора).

### Водородный показатель (pH)

Водородный показатель определяет, к какой среде относится вода: кислой или щелочной, он не должен выходить за пределы **6,5–8,5**.

В среднем, по результатам исследований различных участков реки Сатис, pH не выходит за эти показатели (рис 2).

### Общая жёсткость

**ПДК=мягкая до 4 мг-экв/л**

Жёсткость воды — одно из важнейших свойств, имеющих большое значение при водопользовании. Обусловлена присутствием растворимых и мало растворимых солей-минералов, главным образом кальция (Ca<sup>2+</sup>) и магния (Mg<sup>2+</sup>).

В исследованных точках, жёсткость воды от 0,5 до 4 мг — экв/л.

Значение общей жёсткости во всех пробах показывает, что вода мягкая (рис 3).

### Аммоний

**ПДК = 2 мг/л**

Загрязнение аммонием отмечено по точкам 2 и 3 реки Сатис. Повышенная концентрация отмечалась в июле. Аммоний относится по санитарно-токсикологическим показателям к III классу опасности.

Таблица 1

Результаты исследования проб в реке Сатис

Точки отбора проб		Время отбора проб	Показатели							
			t, °С	цветность	pH	Жёсткость	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	Fe общ.
Река Сатис	Точка 1 (район Профилатория)	май	7,3	бесцветная	6,5	0,5	0	0	0	0,2
		июль	10,4	бесцветная	6,5	0,7	0	0	0	0,4
		сентябрь	5,2	бесцветная	6,6	0,9	0	0	0	0–0,1
	Точка 2 (Маслихинский мост)	май	15,2	серая	7,9	2,1	1	45	4,5	0,2
		июль	22,6	зелёная	7,2	3,1	2	80	7,0	0,7
		сентябрь	7,6	серая	7,5	3,7	3	50	9,3	0,5
	Точка 3 (район Плотины)	май	15,6	серая	7,5	2,4	2	55	3,5	0,3
		июль	23,8	зелёная	6,7	2,5	5	89	6,5	0,5
		сентябрь	8,0	серая	8,0	4	4	70	8,5	0,4

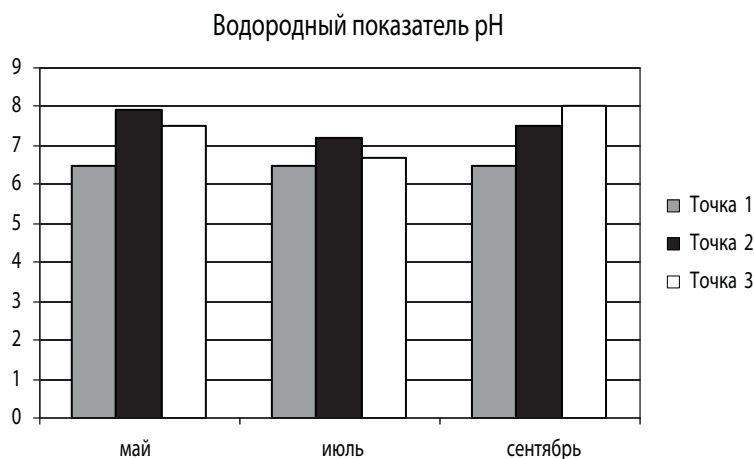


Рис. 2

Степень концентрации по участкам реки умеренно опасная. Очевидно, загрязнение воды аммонием можно объяснить тем, что пробы воды брались на территории города в районах сброса сточных вод (рис 4).

### Нитраты

ПДК = 45 мг/л

Нитраты относятся к биогенным веществам, то есть в больших количествах

они вызывают бурное размножение водорослей, что приводит к негативным последствиям. В точке отбора № 1 содержание нитратов в пробе воды не обнаружено. В точках 2 и 3 ярко выражено антропогенное влияние на реку, которое выражается в повышенном, по сравнению с контрольной точкой, содержании нитратов (в 1,2 и 2 раза). Это также объясняется сбросом сточных вод (рис 5).

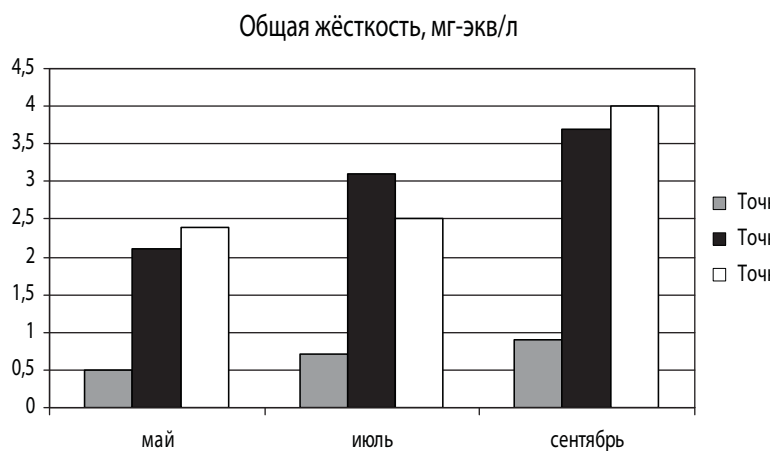


Рис. 3

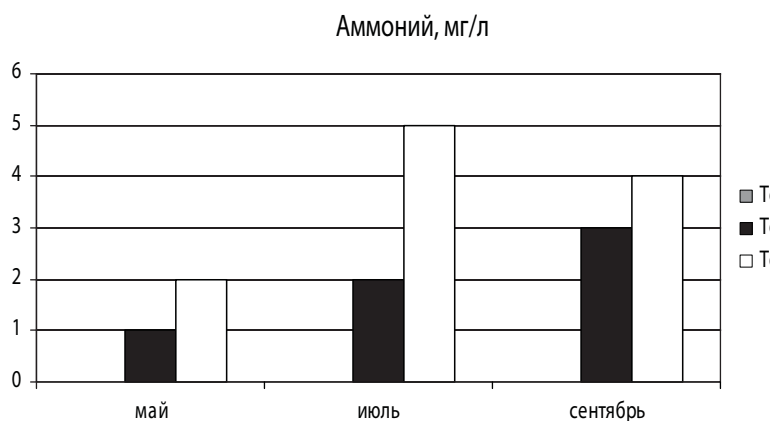
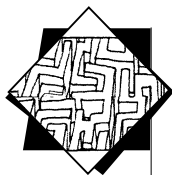


Рис. 4



Нитраты, мг/л

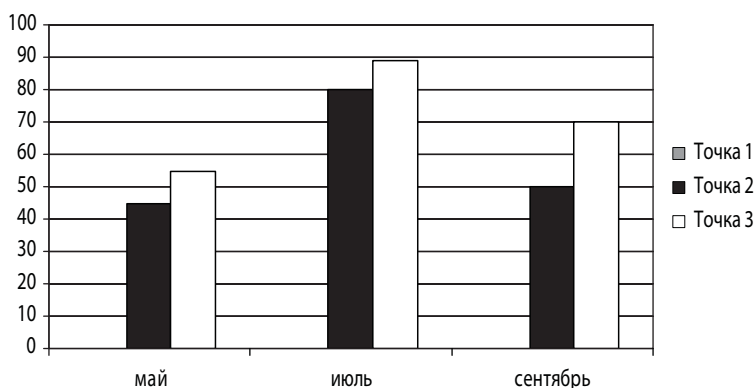


Рис. 5

### Хлориды

ПДК = 350 мг/л

Хлориды являются преобладающими анионами в природных водах. Повышенное содержание хлоридов ухудшают вкусовые качества воды, делают её непригодной для хозяйственно-бытового использования, в ней невозможна жизнь пресноводных организмов.

Содержание хлоридов по исследуемым точкам не превышает ПДК, значение увеличивается в центре города, что объясняется возрастанием антропогенной нагрузки на реку (рис 6).

### Общее железо

ПДК = 0,3 мг/л

На некоторых участках взятия проб концентрация железа превышала ПДК. Превышения были выявлены и в районе Профилактория. Высокую концентрацию железа в этом створе можно объяснить достаточно высоким природным уровнем содержания железа на данной территории. Значительные концентрации железа в подземных водах объяснимы природными ус-

ловиями формирования химического состава воды.

Тем самым подтверждается связь подземных вод с поверхностными; однако, техногенный фактор также исключить полностью нельзя, т.к. превышение ПДК наблюдалось практически по всем исследуемым точкам реки Сатис в пределах ЗАТО (рис 7).

### Выводы:

- По некоторым из исследованных показателей (нитраты, аммоний, общее железо) установлено превышение предельно допустимых концентраций для поверхностных вод в точках № 2 и 3 реки;
- На всём протяжении в черте города русло реки и её берега интенсивно загрязняются бытовым мусором;
- В реку попадают канализационные стоки;
- Бытовое загрязнение реки усугубляется задержкой мусора на переходах и мостиках через реку;
- Это доказывает возрастание антропогенной нагрузки на реку Сатис в черте города.

Хлориды, мг/л

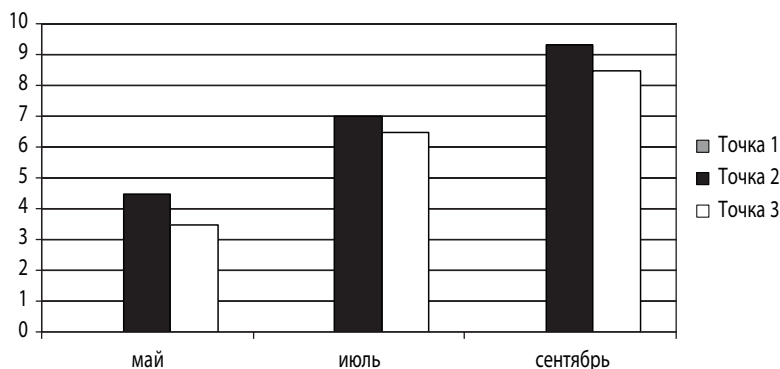


Рис. 6

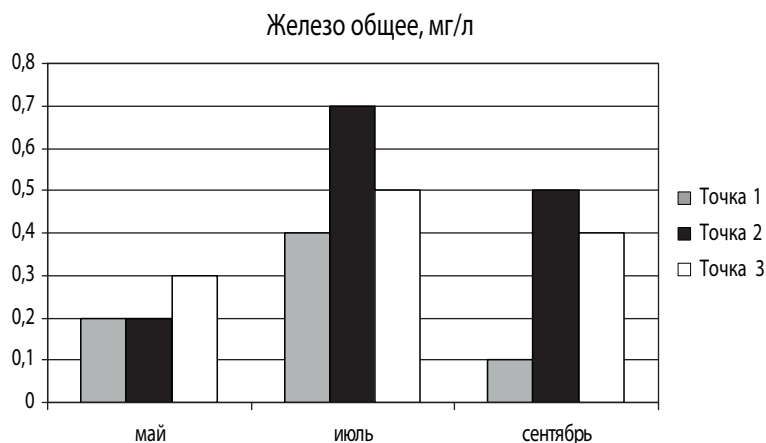


Рис. 7

### Предложения по улучшению экологического состояния реки

В связи с большой антропогенной нагрузкой, испытываемой природными комплексами в последнее время, становится актуальной разработка и апробация методик, позволяющих оценивать экологическое состояние природных природно-антропогенных ландшафтов. Так как все компоненты природы тесно и неразрывно взаимосвязаны между собой, то нарушения одного компонента вызывает изменение состояния всех остальных. Поэтому, оценивая состояния одного, можно предполагать и изменения других компонентов.

В последнее время выявляются сильные антропогенные воздействия на поверхностные водоёмы. Это и различные сбросы промышленных и бытовых вод, и шумовое загрязнение, и нарушение структуры водоёмов при механическом перемешивании слоёв воды, а также нарушение термического режима. Всё эти факторы приводят к различным изменениям в водных экосистемах, что отражается и на общем состоянии природы и на человеческом обществе.

Проведя своё исследование, мы выявили увеличение антропогенной нагрузки на реку Сатис, протекающую по территории нашего города.

Однако целью данной работы является не только оценка водного объекта, но и привлечение внимания общества к данной проблеме, что особенно актуально в перспективе дальнейшего ухудшения экологической обстановки в городе. Привлечь внимание жителей города к проблемам охраны природы и бережного к ней отношения.

Для оздоровления городской Среды в бассейне реки Сатис, как я считаю, необходимо:

- провести полную экологическую и гидрологическую экспертизу долины реки Сатис для определения оптимального режима жизнедеятельности данной экосистемы;
- развернуть самую широкую пропагандистскую и просветительскую кампанию в СМИ по воспитанию бытовой экологической культуры населения.

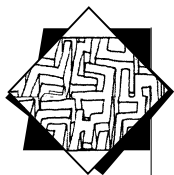
Предприятиям, находящимся на берегу реки, предложить осуществить следующие основные мероприятия, способствующие улучшению санитарного состояния водоёма:

- Строительство эффективных очистных сооружений;
- Глубокая очистка сточных вод;
- Внедрение методов многократного использования очищенных производственных сточных вод в технологических процессах;
- Создание замкнутых систем водного хозяйства промышленных предприятий без сброса сточных вод в водоём.

### Выводы

Таким образом, мной была выполнена исследовательская работа по мониторингу загрязнения реки Сатис в черте города Сарова. Три месяца (май, июль и сентябрь) 2011 года я брала пробы воды в каждой из выбранных точек и проводила гидрохимические анализы на определение: прозрачности, цветности, взвешенных веществ, температуры, водородного показателя, жёсткости, аммония, нитратов, хлоридов, общего железа. По результатам работы мной были сделаны следующие выводы:

1. Результаты, полученные в ходе исследования, и представленная в работе характеристика воды реки Сатис отражают состояние реки в период весеннего половодья, летней межени;



2. В верхнем течении (точка № 1) реки Сатис вода по химическим показателям относилась к чистой, в центре города (точка № 2) качество воды претерпело ухудшение и отнесена мной к категории умеренно-загрязнённой, в районе плотины (точка № 3) вода отнесена мной к категории загрязнённой, что вероятнее всего вызвано замедлением процессов самоочищения водотоков, ввиду зарегулированности этого участка;

3. Систематическое загрязнение воды реки Сатис по некоторым из показателей существенно превышало ПДК, что свидетельствует о присутствии негативного влияния города — смыва с поверхности и поступления веществ со сточными водами;

4. Для получения полной картины гидрохимического режима реки Сатис планирую продолжать мониторинг за рекой Сатис, увеличить количество точек отбора и методик определения химических веществ в воде.

## Заключение

Все приведённые данные позволяют заключить, что река Сатис несёт на себе следы деятельности человека. Но вода, благодаря самовосстановлению и самоочистке, находится в пределах ПДК (которые человек сам же и установил), или незначительно превышает его по некоторым показателям. Часть этих веществ в огромных объёмах вод реки Сатис становится менее заметным, часть оседает на дно, по берегам, но не исчезает бесследно. Какие-то формы животных, растений, бактерий используют их в своём обмене веществ, что может привести к загрязнению, зарастанию водоёмов со всеми вытекающими последствиями.

Изменение химических показателей воды рек от истока до устья указывают

на наличие влияния антропогенного фактора.

Без антропогенного воздействия гидросфере было бы легче, но уж если мы — люди появились и влияем, то необходимо беречь её, и не только для собственной безопасности.

Нашим проектом мы хотим привлечь внимание, как жителей города, так и руководителей предприятий к проблеме малых рек, за здоровую среду нашего обитания.

Мы здесь живём, и наше здоровье напрямую зависит от степени чистоты среды нашего обитания. ■

## Литература

1. Алексеевский Н.И. Малые реки и экологическое состояние территории / Н.И. Алексеевский, С.О. Гриневский, П.В. Ефремов, М.Б. Заславская, И.Л. Григорьева // Водные ресурсы. — 2003. — Т. 30. — № 5. — С. 586–595.
2. Драчев С.М. Борьба с загрязнением рек, озёр и водохранилищ промышленными и бытовыми стоками. — М.-Л., 1964.
3. Неустроева М.В., Деева У.В. Ландшафтный подход в геоэкологических исследованиях бассейнов малых рек // Фундаментальные исследования. — 2008. — № 2 — С. 16–18
4. Воробьёв Г.А. Исследуем малые реки. — Вологда: Русь, 1997. — 116 с.
5. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. — М.: Социально-экологический союз, 2000.
6. Физико-химические методы изучения качества природных вод. — М.: Экосистема, 1997. — 17 с.
7. Муравьёв А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами. — С-Пб: Крисмас+, 2004.
8. Киселёва Н.Ю., Лыков В.Н., Морохин Н.В., Павлов Д.Г., Подурец А.М. Памятники природы Сарова. Об особо охраняемых природных территориях ЗАТО г. Саров. — Саров: Альфа, 1999. — 40 с.
9. Экологический сайт закрытого административно-территориального образования города Сарова <http://ecology.sarov-online.ru>

Подписано в печать 28.12.2018. Формат 60 × 90<sup>1/16</sup>. Тираж 500 экз.  
Бумага типографская. Печать офсетная. Печ. л. 7,5. Усл.-печ. л. 7,5. Заказ № 9614  
Адрес редакции: 109341, Москва, ул. Люблинская, д. 157, корп. 2.  
Издательский дом «Народное образование». Тел.: (495) 345-52-00.  
Электронная почта: [po.podpiska@yandex.ru](mailto:po.podpiska@yandex.ru)

Отпечатано в типографии НИИ школьных технологий. Тел.: (495) 972-59-62.