

Министерство образования и науки Смоленской области

**Сборник материалов  
XXV областной научно-практической  
конференции студентов и обучающихся  
«Шаг в науку»**



Смоленск, 2025 г.

## Оглавление

Техническое направление .....	3
Первые шаги в науку (для обучающихся начального общего образования) .....	21
Экология. Безопасность жизнедеятельности .....	

*Техническое направление*

Казаченко Владислав Максимович,  
ученик 11 класса

**Руководитель:**  
Леонова Светлана Владимировна,  
учитель физики и информатики  
МБОУ «Средняя школа № 28 г. Смоленска»

XXV областная научно-практическую конференция студентов и  
обучающихся «Шаг в науку»

**«Домашняя метеостанция»**

## СОДЕРЖАНИЕ

### 1. ВВЕДЕНИЕ

1.1. Актуальность темы

1.2. Практическая значимость

1.3. Цель. Задачи

1.4. Проектный продукт (краткое описание)

### 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

2.1. Способы деятельности

2.2. Материалы

2.3. Ресурсы

2.4. Анализ информационных источников

2.5. Описание хода работы

### 3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

### 4. ИСТОЧНИКИ

## 1. ВВЕДЕНИЕ

**1.1. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ:** Домашняя метеостанция — не такой простой девайс, как может показаться на первый взгляд. Прежде всего, это источник ценной информации, которая способна сделать жизнь комфортнее и безопаснее. Основная функция метеостанций — прогноз погоды. Имея такой прибор дома, вы всегда можете узнать, какой день будет завтра — облачный или солнечный. Конечно, можно уточнить прогноз по телевизору или в интернете, но такой вариант учитывает показатели в среднем по региону или по городу и выдает только процент вероятности осадков.

**1.2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ:** данный проектный продукт может быть использован для измерения температуры воздуха, влажности, атмосферного давления и концентрации углекислого газа в домашних условиях.

**1.3. ЦЕЛЬ:** анализировать показатели температуры, влажности и атмосферного давления в помещении, составлять на основании полученных данных краткосрочный прогноз погоды в месте расположения метеостанции.

### ЗАДАЧИ:

-  познакомиться с информационными источниками по теме;
-  выбрать наиболее оптимальный вид проектного продукта, материалов и способов его обработки;
-  определить форму презентации проектного продукта.

**1.4. ПРОЕКТНЫЙ ПРОДУКТ:** домашняя метеостанция.

## 2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

### 2.1. СПОСОБЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ:

- ♦ поиск и обработка информации;
- ♦ техническое творчество (**сборка**).

### 2.2. МАТЕРИАЛЫ:

- ♦ Датчики
- ♦ Макетная плата
- ♦ Корпус
- ♦ Экран
- ♦ Провода
- ♦ Блок питания

### 2.3. РЕСУРСЫ:

-  временные ресурсы – 10 месяцев
-  информационные – книги, Интернет,
-  интеллектуальные – учитель физики и информатики Леонова Светлана Владимировна
-  инструментальные – паяльная станция, клеевой пистолет
-  технические – компьютер.

**2.4. АНАЛИЗ ИНФОРМАЦИОННЫХ ИСТОЧНИКОВ:** *Проблем с поиском и обработкой информации не возникало.*

## **2.5. ОПИСАНИЕ ХОДА РАБОТЫ:**

*Первый этап (подготовительный)* – определил и обосновал выбор темы работы, задач индивидуального итогового проекта.

*Второй этап (планирование)* – определил источники информации, способы её сбора и анализа; выбрал вид и форму проектного продукта, материалы и способы его изготовления.

*Третий этап (работа над проектом)* – изучил информацию по теме, отобрал и систематизировал ее; изготовил проектный продукт.

*Четвёртый этап (завершающий)* – презентация проектного продукта.

## План

1. Общие сведения об устройстве
2. Возможности устройства
3. Устройство метеостанции
  - 3.1. Датчик температуры влажности и атмосферного давления
  - 3.2. Датчик углекислого газа
  - 3.3. Контрольная плата
  - 3.4. Дисплей
  - 3.5. Сенсорная кнопка
  - 3.6. Часы
  - 3.7. Корпус
4. Показания влажности, температуры и давления дома
5. Концентрация углекислого газа дома
6. Графики изменения показаний датчиков в течение часа и суток

## 1. Общие сведения об устройстве

Данная метеостанция построена на базе платформы «Ардуино» и имеет весьма широкий функционал в использовании, а именно:<sup>1</sup>

- ✓ Большой дешёвый LCD дисплей.
- ✓ Вывод на дисплей:
  - Большие часы.
  - Дата.
  - Температура воздуха.
  - Влажность воздуха.
  - Атмосферное давление (в мм рт. ст.).
  - Углекислый газ (в ppm): ppm – одна миллионная доля.
  - Прогноз осадков на основе изменения давления.
- ✓ Построение графиков показаний с датчиков за час и сутки.
- ✓ Индикация уровня CO<sub>2</sub> трёхцветным светодиодом (общий анод/общий катод, настраивается в прошивке).
- ✓ Переключение режимов сенсорной кнопкой. (См. приложение 1)

---

<sup>1</sup> [https://leroymerlin.ru/advice/elektrotovary/chto-takoe-domashnyaya-meteostanciya-i-kak-ee-pravilno-vybrat/?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fwww.yandex.ru%2F](https://leroymerlin.ru/advice/elektrotovary/chto-takoe-domashnyaya-meteostanciya-i-kak-ee-pravilno-vybrat/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.yandex.ru%2F)

## 2. Возможности устройства

Данное устройство может быть использовано в любом помещении для измерения и отображения на дисплей информации о текущем времени, температуре воздуха, влажности, давления и концентрации углекислого газа в помещении.

Также есть возможность просмотра графиков изменения температуры, влажности, давления воздуха, а также концентрации углекислого газа в помещении на протяжении прошедшего часа или суток.

Главная функция цифровой метеостанции — измерение температуры. Соответственно, когда это предусмотрено конструкцией, измерение можно делать внутри и/или снаружи помещения. Комнатный датчик скрыт прямо в корпусе метеостанции, поэтому лучше всего располагать ее подальше от источников тепла (батареи и телевизора, к примеру). Что же касается внешнего датчика, он должен помещаться за окном на не солнечной стороне для более точного измерения.

Другая востребованная функция — гигрометр, измеряющий относительную влажность в помещении. По гигрометру можно судить об уровне влажности в помещении и корректировать для себя комфортную величину. Считается, что для человека комфортны показатели от 40 до 60%.<sup>2</sup>

Барометр замеряет атмосферное давление. Весьма полезен цифровой барометр, который пригодится не только метеочувствительным людям, но и всем остальным — он позволяет предсказывать изменения погоды в зависимости от изменения давления. Кстати, это две разные функции: отображение значения давления (в миллиметрах ртутного столба или паскалях) и предсказание погоды. Здесь важны не только абсолютные значения, но и динамика изменений. Когда показатели падают, это говорит о высокой вероятности осадков. Когда растут — погода будет ясной и солнечной.

Важной функцией станции является замер концентрации углекислого газа (в ppm). В соответствии с требованиями ГОСТ 30494-2011 нормой CO<sub>2</sub> в помещении является 800 ppm, при этом допускается повышение концентрации двуокиси углерода до 1000-1400 ppm. Это требование для помещений первой категории, то есть жилых, в которых люди отдыхают и спят. Если содержание углекислого газа в помещении сохраняется высоким на протяжении длительного времени, пребывание в нём может

---

<sup>2</sup> Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский / под ред. Н.А. Парфентьевой. Физика. 10 класс: учебник для общеобразовательных организаций: базовый уровень. – М.: Просвещение, 2014.

привести к хроническому дыхательному ацидозу.<sup>3</sup> Он, в свою очередь, приводит к ряду негативных последствий: (см. приложение 2)

- плохой сон;
- хроническая усталость, слабость;
- суставные и головные боли;
- снижение иммунитета;
- замедление процессов метаболизма;
- болезни сердечно-сосудистой системы;
- заболевания дыхательных путей.

У данной модели метеостанции имеются часы, календарь.

### **3. Устройство метеостанции**

Данная метеостанция построена на базе платформы «Ардуино» с использованием дополнительных модулей. (см. приложение 3)

#### **3.1. Датчик температуры влажности и атмосферного давления**

В роли датчика для измерения состояния воздуха в помещении используется модуль BMP280.

Модуль представляет из себя высокоточный цифровой измеритель атмосферного давления на базе микро-чипа BMP280 от фирмы BOSCH. Данный модуль выдаёт показания температуры в градусах цельсия, относительную влажность в процентах, а давление в паскалях. Однако по формуле давление переводится в мм ртутного столба.

#### **3.2. Датчик концентрации углекислого газа**

Для измерения концентрации углекислого газа в помещении используется модуль MH-Z19B. Этот модуль измеряет содержание углекислого газа в воздухе в ppm: 1 ppm = 0.0001%, то есть одна миллионная доля. Норма от 400 до 1500.

---

<sup>3</sup>

<https://base.garant.ru/70335840/#:~:text=%D0%9C%D0%B5%D0%B6%D0%B3%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%82%20%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2%2030494%2D2011%20%22%D0%97%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F,%2D%201%20%D1%8F%D0%BD%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%8F%202013%20%D0%B3>

### **3.3. Контрольная плата**

В качестве контроллера для связки и питания всех датчиков и устройств выступает модуль Arduino nano.

### **3.4. Дисплей**

Для отображения показаний датчиков используется LCD 2004 дисплей с i2c модулем.

### **3.5. Сенсорная кнопка**

Для взаимодействия с устройством предусмотрена сенсорная кнопка TTP223.

### **3.6. Часы**

DS3231 – микросхема часов реального времени. При отключении питания с устройства продолжает считать время до следующего включения.

### **3.7. Корпус**

Корпус напечатан на 3д принтере.<sup>4</sup>

## **4. Показания влажности, температуры и давления дома**

На главном экране устройства помимо текущего времени можно увидеть показания температуры воздуха в помещении в градусах Цельсия, относительную влажность в процентах, а также атмосферное давление в мм ртутного столба. На основе показаний влажности и атмосферного давления, устройство «предсказывает» шанс выпадения осадков на текущий момент времени. (см. приложение 4)

---

<sup>4</sup> <https://zoom.cnews.ru/publication/item/64103>

## **5. Концентрация углекислого газа дома**

На главном экране устройства одним из главных показаний является концентрация углекислого газа в помещении в ppm. Нормой для полноценной работоспособности человека являются значения в пределах от 0 до 1400 ppm.

## **6. Графики изменения показаний датчиков в течение часа и суток**

Для мониторинга показаний температуры, влажности, а также концентрации углекислого газа в воздухе предусмотрены графики. Для каждой единицы есть график изменений за последний час или сутки работы. (см. приложение 5)

### **3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Базовая метеостанция должна определять температуру и влажность внутри и снаружи вашего дома, а также атмосферное давление на улице. Такая модель подойдет любому, кого не устраивает обобщенная погодная сводка из интернета.

Профессиональные станции с расширенными возможностями полезны в тех случаях, если ваша деятельность или самочувствие сильно зависит от метеоусловий. Например, садоводам такой прибор подскажет, когда ждать заморозков или засухи, а также сообщит о микроклимате в теплице или погребе, где хранится урожай. А аллергикам и астматикам метеостанция поможет следить за уровнем загрязненности воздуха и относительной влажностью в помещении.

Свой проектным продуктом я выбрал изготовление домашней метеостанции, что успешно выполнил. Считаю, что достиг поставленных целей и задач.

## 4. ИСТОЧНИКИ

### ЛИТЕРАТУРА

📖 Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, М.В. Чаругин / под ред. Н.А. Парфентьевой. Физика. 11 класс: учебник для общеобразовательных организаций: базовый уровень. – М.: Просвещение, 2016. – 432 с.

📖 Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, Н.Н. Сотский / под ред. Н.А. Парфентьевой. Физика. 10 класс: учебник для общеобразовательных организаций: базовый уровень. – М.: Просвещение, 2014.

📖 Аленицын А.Г., Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Краткий физико-математический справочник. Изд. 6, стереот., 2007. 544 с.

### ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

📖 <https://alexgyver.ru/?ysclid=ltpmst4j2v651484163>

📖 <https://habr.com/ru/articles/425901/>

📖 <https://community.alexgyver.ru/threads/chasy-meteostancija.1074/>

📖 <https://zoom.cnews.ru/publication/item/64103>

📖 <https://base.garant.ru/70335840/#:~:text=%D0%9C%D0%B5%D0%B6%D0%B3%D0%BE%D1%81%D1%83%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B4%D0%B0%D1%80%D1%82%20%D0%93%D0%9E%D0%A1%D0%A2%2030494%2D2011%20%22%D0%97%D0%B4%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F,%2D%201%20%D1%8F%D0%BD%D0%B2%D0%B0%D1%80%D1%8F%202013%20%D0%B3>

📖 [https://leroymerlin.ru/advice/elektrotovary/chto-takoe-domashnyaya-meteostanciya-i-kak-ee-pravilno-vybrat/?utm\\_referrer=https%3A%2F%2Fwww.yandex.ru%2F](https://leroymerlin.ru/advice/elektrotovary/chto-takoe-domashnyaya-meteostanciya-i-kak-ee-pravilno-vybrat/?utm_referrer=https%3A%2F%2Fwww.yandex.ru%2F)

📖 Картинки. [Электронный ресурс]. URL <http://yandex.images.ru>. (даты обращения: 16.09.2024, 12.10.2024, 19.01.2025)

**Приложение 1.** Домашняя метеостанция. Корпус, изготовлен на 3D принтере





**Приложение 2.** Нормы концентрации углекислого газа (в ppm).



400 - 800 ppm  
комфортный уровень  
CO<sub>2</sub> в помещениях

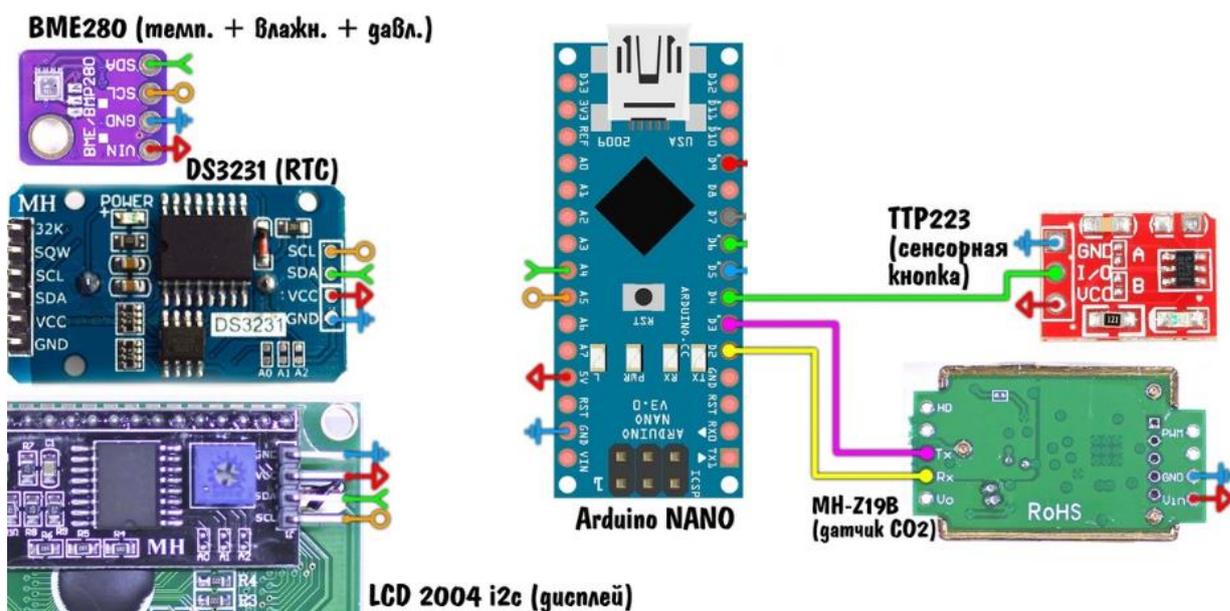


800 - 1 200 ppm  
усталость, сонливость  
и снижение внимания



1 200 ppm и более  
полная потеря  
работоспособности

### Приложение 3. Схема устройства метеостанции



Модуль	Стоимость, РУБ.
TTP223 (Сенсорная кнопка)	39
MH-Z19 (Датчик углекислого газа)	1739
I2C LCD (Дисплей)	438
DS3231 (Часы реального времени)	294
BME280 (Датчик температуры воздуха, влажности, атмосферного давления)	162
Arduino nano (Контроллер)	202
*Провода	~15-20
*Пластик для корпуса	~70
*Клей и двусторонний скотч	~15

Приложение 4. Домашняя метеостанция. Информационный дисплей



Приложение 5. Графики изменения показаний датчиков



*Первые шаги в науку (для обучающихся начального общего образования)*

Сивенкова Ксения Александровна,  
ученица 2 класса

**Руководитель:**

Солодовникова Алла Евгеньевна,  
заместитель директора, учитель начальных классов  
МБОУ «Гимназия №1 им. Н.М. Пржевальского» г. Смоленска

XXV областная научно-практическую конференция студентов и  
обучающихся «Шаг в науку»

*«Экология. Безопасность жизнедеятельности»*

Стальченков Семен Александрович,  
ученик 10 класса

**Руководитель:**  
Комарова Галина Ивановна,  
учитель биологии  
МБОУ «Средняя школа  
№1» г. Рудня

XXV областная научно-практическая конференция студентов  
и обучающихся «Шаг в науку»

**Оценка качества воды в реке Малая Березина в 2025 году**

## Оглавление

Введение.....	
Глава 1. Малая Березина как объект изучения и исследований	
1.1. Характеристика и проблема реки Малая Березина.....	
1.2. Визуальная оценка экологического состояния реки Малая Березина в черте города и деревне Березино в течение года .....	
Глава 2. Определение гидрофизических параметров воды в деревне Березино в зимний период	
2.1. Определение температуры воды.....	
2.2. Отбор проб воды.....	
2.3. Отбор донных отложений и определение их состава.....	
2.4. Определение прозрачности в пробах воды.....	
2.5. Определение цветности в пробах воды.....	
2.6. Определение запаха в пробах воды.....	
Глава 3. Определение химических показателей в пробах воды на участке реки Малая Березина в деревне Березино в зимний период	
3.1. Определение кислотности в пробах воды .....	
3.2. Определение жесткости в пробах воды	
3.2.1. Определение общей жесткости в пробах воды.....	
3.2.2. Определение карбонатной жесткости в пробах воды.....	
3.3. Определение содержания углекислого газа в пробах воды.....	
3.4. Определение аммиак/аммоний в пробах воды.....	
3.5. Определение нитратов в пробах воды.....	
3.6. Определение нитритов в пробах воды.....	
3.7. Определение фосфатов в пробах воды .....	
3.8. Определение меди в пробах воды.....	
3.9. Определение железа в пробах воды .....	
Глава 4. Результаты мониторинга гидрофизических параметров и химических показателей воды на участке реки Малая Березина в деревне Березино в весенний период	
4.1. Результаты мониторинга гидрофизических параметров воды...	
4.2. Результаты мониторинга химических показателей воды.....	
Заключение.....	
Литература.....	

## Введение

Ухудшение качества воды природных водоемов является глобальной **проблемой**. Жестокая эксплуатация человеком водных объектов ведет к изменениям естественной среды и нарушению природных экосистем.

Даже понимая важность роли воды в своей жизни, человек все равно продолжает негативно влиять и безвозвратно изменять естественный режим водных объектов сбросами и отходами, что ведет к их загрязнению. Самыми уязвимыми становятся малые реки, которые в первую очередь реагируют на хозяйственную деятельность человека и нуждаются в заботе и оздоровлении. Поэтому проблема охраны природных водоемов без всяких сомнений является **актуальной** и требует неотложных решений.

Наша река Малая Березина относится к числу малых рек и остро нуждается в действенных мерах по улучшению ее экологического состояния, поскольку с 2015 года отмечена в числе самых грязных рек в Смоленской области департаментом по природным ресурсам и экологии по результатам мониторинга водных объектов [5].

Это стало основанием нашей многолетней исследовательской работы по определению гидрофизических и химических показателей воды в реке Малая Березина и оценки ее качества. В 2025 году были получены последние результаты наших исследований, что предопределило тему нашей работы **«Оценка качества воды в реке Малая Березина в 2025 году»**.

При определении гидрофизических и химических показателей воды мы использовали физико-химические методы, которые позволили нам получить объективные результаты, а также осуществить контроль соответствия полученных результатов с допустимыми значениями ПДК, оценить качество воды и прогнозировать будущие изменения в экосистемах, наметить пути решения задач по улучшению и оздоровлению реки Малая Березина.

Для объективной оценки экологического состояния качества воды в работе представлены результаты практической ее части, которая включает в себя определение гидрофизических и химических показателей воды в реке Малая Березина.

Основная **цель** данной работы: оценить состояние качества воды в реке Малая Березина с учетом полученных результатов исследований.

Для достижения нашей цели были поставлены следующие **задачи**:

1. Изучить научную литературу по данному вопросу и освоить методики для проведения исследований.

2. Определить гидрофизические и химические показатели в пробах воды из реки Малая Березина, проанализировать результаты и сделать выводы.

3. Провести мониторинг качества воды по гидрофизическим и химическим показателям в весенний период, проанализировать полученные результаты и сделать вывод.

4. Провести сравнительный анализ полученных результатов исследований в зимне-весенний период и сделать выводы.

5. Оценить качество воды в реке Малая Березина, внести свои предложения и определить перспективы на будущее.

**Объект исследования:** участок реки Малая Березина в деревне Березино.

**Предмет исследования:** состояние качества воды в реке Малая Березина.

**Методы:**

*Теоретические:* поиск и анализ информации.

*Эмпирические методы:* наблюдение, описание, измерение, сравнение.

*Фотосъемка.*

**Новизна:** исследование экологического состояния природных водоемов родного края.

**Гипотеза:** качество воды в реке Малая Березина находится в неудовлетворительном состоянии.

**Место проведения:** деревня Березино.

**Продолжительность:** 1 год.

## Этапы реализации проекта

- **Подготовительный:** выбор темы и направления исследования (изучение соответствующей информации и подбор необходимой литературы, определение методик).
- **Исследовательский:** постановка цели с определением задач для ее достижения, выбор методов и получение результатов исследования.
- **Аналитический:** анализ полученных результатов, данных при помощи выбранных методов, обобщение и установление закономерностей.
- **Заключительный:** подведение итогов, формулирование выводов и установление применимости результатов (заключение и направления дальнейшей работы).

## Практическая значимость:

- повышение экологической культуры и экологической грамотности;
- приобщение к проблеме улучшения экологического состояния реки Малая Березина;
- развитие любви к родному краю, интереса к экологии, чувства причастности к решению экологических проблем.

## **Глава 1. Река Малая Березина как объект изучения и исследований**

### ***1.1. Характеристика и проблема реки Малая Березина***

Территория Смоленской области богата водными объектами: естественными реками и многочисленными искусственными водоемами. Всего их насчитывается около полутора тысяч. Самую обширную и многочисленную группу составляют малые реки, среди которых и река Малая Березина.

Река Малая Березина – левый приток Березины, протяженность ее около 43 км. Исток реки в деревне Переволочье на Руднянской гряде. Устье в деревне Приволье. Притоки слева: Лешня (Готынка), Ольшанка. Направление течения юго-восток. На реке расположен город Рудня [5].

Гидрологическим постом для проведения наших исследований мы определили участок реки Малая Березина в деревне Березино рис. 1.



Рис. 1. Карта гидрологического поста

определили участок реки Малая Березина в деревне Березино рис. 1. В настоящее время проблема реки Малая Березина состоит в том, что антропогенный фактор оказывает на нее негативное влияние, что приводит к ухудшению ее экологического состояния.

В настоящее время наша река Малая Березина отмечена в числе самых грязных рек на территории Смоленской области на основании мониторинга водных объектов.

Решение этой проблемы во многом зависит от самого человека, так как именно он негативно влияет на экологическое состояние реки. В решении этой проблемы помогут исследования, которые позволят определить ее пути.

### ***1.2. Визуальная оценка экологического состояния реки Малая***

## ***Березина в черте города и деревне Березино в течение года***

Началом наших исследований стала визуальная оценка участка реки, с помощью сенсорных систем органов исследования: зрения, слуха, обоняния и т.д., что помогло нам получить результаты общей картины экологического состояния реки и установление предполагаемых источников загрязнения [2].

**Целью** нашей работы было оценить экологическое состояние реки Малая Березина на выбранном участке методом визуальной оценки.

**Оборудование:** дневник наблюдений, карандаш, фотоаппарат, камера.

В ходе работы проводились наблюдения, сбор информации, делались снимки фотографий, велись записи.

По результатам наблюдений была описана местность, где расположен гидрологический пост и дана характеристика с экологической точки зрения, а также отмечена степень загрязнения берегов и воды. В ходе наблюдений мы отметили, что по берегам реки гидрологического поста произрастают деревья и кустарники, которые находятся в разросшемся состоянии, а также многолетние травы рис.2.



Рис. 2. Берега реки Малая Березина на участке гидрологического поста

Берега реки загрязнены бытовым мусором. В ходе наблюдений, мы отметили предполагаемые источники

загрязнений: жилые дома г. Рудни (сброс сточных вод); молочно консервный комбинат (сброс отходов в реку у городского кладбища); железная дорога (загрязнение реки железнодорожным транспортом); окружная дорога Витебск-Смоленск (загрязнение реки автотранспортными средствами) рис. 3.



Рис. 3. Источники загрязнения Реки Малая Березина

На основании анализа полученных нами наблюдений мы пришли к выводу, что экологическое состояние реки находится в *неудовлетворительном состоянии*.

## **Глава 2. Определение гидрофизических параметров воды**

Для более глубокого анализа экологического состояния реки Малая Березина и оценки качества воды в ней, мы определили ее гидрофизические параметры.

### ***2.1. Определение температуры воды***

Температура воды является важнейшим параметром, определяющим состояние реки и качество воды в ней. От температуры зависят многие параметры состояния реки и водотоков: содержание в воде растворенного кислорода, скорость протекания биологических и физико-химических процессов и, в конечном итоге, видовое разнообразие [2].

Увеличение температуры, воды ускоряет процесс фотосинтеза, что ведет к бурному росту водных растений и, следовательно, к увеличению числа отмирающих растений, что снижает содержание кислорода, который необходим для интенсивной жизнедеятельности организмов деструкторов. Повышение температуры может вызываться многими причинами. [2].

Кроме того снижение концентрации кислорода в реке может быть связано с попаданием в реку загрязняющих веществ [1].

Таким образом, повышение температуры является косвенной причиной эвтрофикации (обогащение реки биогенами, сопровождающиеся повышением растительности в реке) воды [2].

Исследования температуры воды проводились нами однократно.

**Время проведения:** зимний период.

**Целью** нашей работы было определить разницу температуры воды и окружающей среды для характеристики качества воды в реке Малая Березина.

**Оборудование:** термометр, рулетка, дневник наблюдений, карандаш л.

В ходе работы мы использовали методику авторов: Гусейнова А.Н., Александровой В.П., Нифантьевой Е. А.

При измерении температуры, мы определили створы 1 и 2. и выбрали точки для измерения температуры: точка 1 – выше течения; точка 2 – ниже течения.

Затем были произведены замеры температуры воды в двух точках,



проведен сравнительный анализ полученных результатов измерений температуры и сделаны записи в дневнике.

При измерении температуры воды в реке, мы опускали термометр на глубину примерно на 10 см, выдерживали в течение 2 мин и снимали показания рис. 4.

Далее, производили подобное измерение температуры воды на расстоянии 1 км ниже течения в это же время сразу после первого измерения и тем же термометром.

Следует отметить, что измерение температуры проводилось в местах наиболее быстрого течения.

**Анализ** результатов замеров температуры показал, что в точках №1. и №2. температура была – одинаковой + 3°, а температура окружающей среды

была +6°, что имеет допустимые значения (не более 3°) и прогнозирует достаточную концентрацию кислорода в воде.

**Вывод:** анализ полученных результатов разности температуры воды показал допустимые значения с учетом ПДК для природных водоемов.

## ***2.2. Отбор проб воды***

Для анализа качества воды в лабораторных условиях был произведен отбор проб воды.

Нашей **целью** было освоить методику по отбору проб воды и использовать материалы для работы в лабораторных условиях.

**Оборудование:** прозрачные бутылки из полиэтилена с пробками, этикетки, дневник наблюдений, карандаш.

В ходе работы мы использовали методику авторов: Гусейнова А.Н., Александровой В.П., Нифантьевой Е. А.)

Отбор проб воды производился однократно.

Для достоверности и объективности результата, отбор воды производился в двух точках выбранного объекта с последующим



использованием проб воды в лабораторных условиях без консервации рис. 5.

Отбор проб воды из реки Малая Березина, проходил при соблюдении строгих правил, предусмотренных методикой и этапов работы:

1. Определили створ, где состав воды достаточно однороден для всего живого сечения.

2. Выбрали место отбора проб воды. Это были легкодоступных участки территории вдали от дорог и мостов, сбросов сточных вод.

3. Наполнили бутылки из полиэтилена водой, которые предварительно тщательно мыли моющими средствами и водопроводной водой, затем

ополаскивали дистиллированной водой, а перед взятием проб воды, посуда три раза споласкивалась водой, подлежащей отбору.

4.Пробы воды отбирали непосредственно в бутылки, закрывали пробками и производили запись, в которой указывали место, дату, время и номер бутылки.

5.Для характеристики качества воды в реке, мы использовали среднюю пробу, полученную путем смешения равных частей проб, отобранных через одинаковые промежутки времени, объемом 2 литра отбираемой пробы.

### ***2.3.Отбор донных отложений и определение их состава***

Следует отметить, что донные отложения – важнейший компонент водных экосистем, которые могут указывать на попадание в реку загрязнителей при антропогенной нагрузке, оседать на дне реки и вызывать заиление дна реки. Заиление может быть также связано с загрязнениями, ухудшением самоочищающейся способности и обеднением генофонда полезных животных и растений [2].

Нашей **целью** было определить состав донных отложений для характеристики качества воды в природном водоеме.

**Оборудование:** неметаллический совок, контейнер, дневник наблюдений, карандаш.

В ходе работы мы использовали методику авторов: Гусейнова А.Н., Александровой В.П., Нифантьевой Е. А.)

Донные отложения мы отбирали неметаллическим совком в количестве



Рис. 6. Отбор донных отложений

500 г, затем давали воде стечь и определили его состав на месте рис. 6.

**Анализ** полученных результатов показал, что в составе донных отложений был ил, растительные остатки, песок и глина.

На основании анализа мы пришли к **выводу**, что в воде находятся загрязнители органического происхождения, которые могут влиять на самоочищающуюся способность реки.

#### ***2.4. Определение прозрачности воды методом Снеллена***

Сущность метода состоит в том, что для определения прозрачности воды служит высота водяного столба, сквозь который можно ещё прочесть шрифт определённого типа. Прозрачность зависит от количества и цвета взвешенных и растворённых в воде частиц. Полученный результат методом Снеллена является показателем относительным, т.е. его результаты можно сравнивать с другими результатами, полученными только таким же способом. Однако описанный метод измерения прозрачности воды является общепризнанным и стандартным.

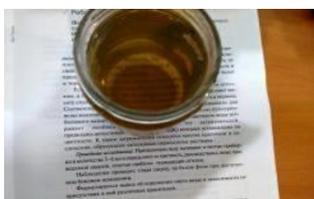
В данном случае прозрачность воды выражают в сантиметрах высоты столба с точностью до 1 см.

**Целью** нашей работы было определить прозрачность воды и использовать полученные результаты для характеристики качества воды.

**Оборудование:** пробы воды, цилиндр высотой 40 см, печатный текст со шрифтом стандартного размера 3,5 мм.

#### **Методика определения прозрачности**

Определение прозрачности воды происходило в лабораторных условиях школы в хорошо освещённом помещении, не на прямом солнечном



свету, на расстоянии 1 м от окна. Отобранный объём воды мы хорошо взболтали, налили в цилиндр, и поставили на качественный типографский текст рис. 7.

**Рис. 7.** Определение прозрачности воды  
Затем в цилиндр медленно наливали испытуемую воду глядя на шрифт сверху, сквозь столб налитой воды читали текст. Воду подливали в цилиндр до тех пор, пока текст перестал быть читаемым (буквы начали расплываться).

**Полученные** результаты по Снеллену выражаются в сантиметрах и указывают на степень прозрачности воды *табл. 1*.

Таблица 1. Определение степени прозрачности воды по Снеллену

Степень прозрачности	Расстояние
Прозрачная	более 30 см.
Мало мутная	от 25 до 30 см.
Средней мутности	от 20 до 25 см.
Мутная	от 10 до 20 см.
Очень мутная	менее 10 см

**Оценка полученных результатов** производилась с учетом допустимых значений в интервалах по Снеллену: больше 30 см – хорошая; 10–20 см – допустимая; менее 10 см – непригодная для питья [4].

**Полученные результаты:** в точке №1 были – 15 см (интервал от 10-20см), что соответствует допустимым значениям, а в точке №2 – 8 см (менее 10 см), что соответствует – значению – непригодной для питья.

**Анализ** полученных результатов показал, что прозрачность воды в точке №1 – имеет допустимые значения, в точке №2 – непригодна для питья.

Анализ полученных результатов позволил нам сделать **вывод**, что прозрачность воды снижена и затрудняет жизнедеятельность гидробионтов, что может привести к снижению их численности и многообразия.

### **2.5.Определение цветности в пробах воды**

На качество воды также влияет цветность. Цветность это естественное свойство природной воды, обусловленное присутствием гуминовых веществ, загрязнителей, комплексных соединений железа и цветущих водорослей.

Цветность может зависеть от свойств и структуры дна, характера водной растительности и прилегающих к водоему почв и является важным показателем и для характеристики качества воды.

Для определения цветности воды, мы использовали методику авторов: **Пугал Н.А., Евстигнеева В.Е. «Определение цветности воды»** [3]

**Цель:** определить цветность воды органолептическими методами для характеристики качества воды.

**Оборудование:** штатив с пробирками, лист белой бумаги.

**Объект исследования:** пробы воды из точки №1 и №2.

### Методика определения прозрачности

Цветность воды мы определяли качественно, характеризуя цвет воды в



Рис. 8. Определение цветности воды

пробирке высотой 10–12 см (соответствующая высота столба жидкости не должна превышать: для воды водоема хозяйственно – бытового назначения – 20 см, культурно – бытового – 10 см). Определение цветности

воды проводилось нами визуально при рассеянном дневном освещении. Воду взятых проб наливали в чистые пробирки по 5 мл рис. 8.

Затем определяли цвет воды по шкале цветности, и отмечая наиболее подходящий оттенок рис. 9.

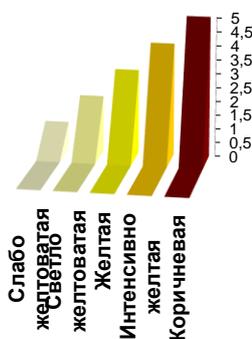


Рис. 9. Шкала цветности

Для достоверности результата, наблюдение проводили, глядя сверху на белом фоне при достаточном боковом освещении.

Затем результаты по шкале цветности сопоставили с результатами в баллах по **табл. 2**

Таблица 2. Цветность воды.

Цветность воды	Оценка в баллах
Слабо желтоватая	1
Светло желтоватая	2
Желтая	3
Интенсивно желтая	4

Полученный результат в точке №1 соответствовал 2 баллам (светло – желтоватая), а в точке №2 – 3 баллам (желтая).

**Анализ** полученных результатов показал в точке №1– допустимые значения воды, а в точке №2 – нет.

На основании анализа полученного результата, мы пришли к **выводу**, что цветность воды указывает на наличие в воде загрязнителей и создания неблагоприятных условий жизни для гидробионтов.

## **2.6. Определение запаха воды**

Запах воды обусловлен наличием в ней летучих, пахнущих веществ, которые попадают в воду естественным путем или со сточными водами. На запах подземных и поверхностных вод влияет присутствие в них органических веществ. Практически все органические вещества (особенности жидкие) и передают его воде [2].

Запах по характеру можно подразделить на две группы, естественного происхождения (от живущих и отмерших организмов, от влияния почв, водной растительности и т.п.), который может быть вызван развитием и отмиранием водных растений, влиянием берегов, дна, окружающих почв и грунтов так и запахом, который создают промышленные и фекально-хозяйственные сточные воды [3].

Запах воды водоемов не должен превышать 2 балла [1].

Для определения запаха воды, мы использовали методику авторов: **Пугал Н.А., Евстигнеева В.Е. «Определение цветности воды»** [3]

Обычно запах воды определяют при температуре воздуха +20° С и при температуре воды +60° С. Характер и интенсивность запаха определяют органолептическими методами. Характер запаха определяют по ощущению воспринимаемого запаха.



При определении запаха воды выполнялись правила соблюдения условий неизвестных веществ. В ходе проведения исследований мы разливали пробы воды по пробиркам и закрывали их пробками рис. 10.

Затем, через 15 минут открывали пробки образца и определяли характер

Рис. 10. Определение запаха воды и его интенсивность.

Далее руководствовались данными *табл. 3. и табл. 4.* определили запах воды и его интенсивность.

Таблица 3. Определение характера запаха

Характер запаха	Пример
Ароматический	Огуречный, цветочный
Болотный	Илистый
Гнилостный	Фекальный, сточный
Древесный	Запах мокрой щепы, древесины
Землистый	Прелый, свежеспаханной земли
Рыбный	Рыбьего жира, рыбы
Сероводородный	Тухлых яиц
Травянистый	Сена, свежескошенной травы
Неопределенный	Запах естественного происхождения, но не подходящий под предыдущие определения

Таблица 4. Определение интенсивности запаха воды

Интенсивность	Характер проявления запаха	Оценка в баллах
Отсутствует	Не ощущается	0
Очень слабая	Слегка обнаруживается	1
Слабая	Слабо заметен	2
Заметная	Слегка замечается, вызывает недобрые отзывы о воде	3
Отчетливая	Обращает на себя внимание и заставляет воздержаться от питья	4
Очень сильная	Запах сильный, вода не пригодна для питья	5

**Полученные результаты:** в точке №1 был определен заметный илистый запах воды, который соответствовал – 3 баллам, а в точке №2 – отчетливый фекальный, сточный и соответствовал – 4 баллам.

**Анализ** полученных результатов показал, что запах воды превышает допустимые значения (не более 2 баллов) и характеризует наличие загрязнителей в воде.

На основании анализа полученного результата, мы пришли к **выводу**, что вода в реке загрязнена и создает неблагоприятные условия для жизнедеятельности гидробионтов. Полученные результаты органолептических показателей проб воды мы поместили в *табл. 5.*

Таблица 5. Результаты органолептических показателей (зима)

Показатели	Результаты (зима)	Оценка результатов и ПДК
------------	-------------------	--------------------------

	Точка №1	Точка №2	
Прозрачность	15 см	8 см	менее 10 см – непригодная для питья; 10-20 см – допустимые значения; больше 30 см – хорошая
Цветность	2 балла	3 балла	не более 2 баллов
Запах	3 балла	4 балла	не более 2 баллов

**Анализ** результатов показал, что показатели прозрачности, цветности и запаха воды ниже допустимых значений в основном в точке №2, что указывает на присутствие в воде загрязнителей.

Таким образом, результаты гидрофизических параметров воды позволили нам сделать вывод, что большинство их параметров ниже допустимых значений ПДК. Поэтому качество воды по органолептическим показателям в реке Малая Березина мы оценили – **неудовлетворительно**. Это может вести к созданию неблагоприятных условий для жизни гидробионтов и привести к их численному уменьшению и снижению многообразия.

**Предположение:** полученные результаты неудовлетворительного качества воды по органолептическим показателям могли быть связаны с паводком и попаданием в реку загрязнителей с берегов. Поэтому для получения более объективных результатов необходимо провести исследования в другие временные периоды года.

### **Глава 3. Определение химических показателей в пробах воды**

#### **3.1. Определение кислотности воды**

Продолжением наших исследований стало определение химических показателей воды, среди которых качество воды характеризует – кислотность воды рН (водородный показатель). Пределы его измерения от 0 до 14. Для природных водоемов этот показатель обычно колеблется от 6,5 до 8,5. При  $pH < 7,0$  среда является кислой. Значения  $pH > 7,0$  характеризуют среду как щелочную. Соответственно чем больше показатели в одну или другую сторону от  $pH = 7,0$ , тем более кислая или щелочная среда. Химически чистая вода имеет  $pH = 7,0$ . Снижение рН опасно гибелью гидробионтов. На

кислотные характеристики влияет хозяйственная деятельность человека, характер грунтов местности. Поэтому последствиями понижения или повышения кислотности воды вне указанных выше пределах могут привести к ухудшению условий жизни растений и животных, в особенности простейших [2].

Для определения в пробах химических показателей воды, мы использовали «Профессиональный набор тестов НИЛПА PRO» рис. 11.

Рис. 11. НИЛПА PRO Полученные результаты мы поместили в *табл. 5*.

Таблица 5. Результаты кислотности (рН) в пробах воды

Створы	Результат (рН)	Допустимые значения ПДК для природных водоемов
Точка №1	7,0	6,5 – 8,5
Точка №2	7,2	

**Анализ** результатов показал, что: в точке №1 и №2 кислотность воды имеет допустимые значения ПДК и составляет 7,0 и 7,2 соответственно.

Анализ результатов позволил нам сделать **вывод**, что в точке №1 и №2 показатель кислотности воды (рН) не превышает нормы ПДК.

### 3.2. Определение жесткости в пробах воды

**Жесткость поверхностных вод подвержена колебаниям:** повышается в конце зимы и понижается в период паводков. **Высокая жёсткость ухудшает органолептические свойства воды. Карбонатная жёсткость составляет до 70–80% от общей жёсткости.**

#### 3.2.1. Определение общей жесткости (GH) в пробах воды

В стаканчик поместили 5 мл тестируемой воды, добавили индикатор по каплям и перемешали содержимое до тех пор, пока цвет не изменился: от светло-розового через темно-розовый к зеленому. Число капель индикатора соответствует значению общей жесткости воды в немецких градусах (°GH). Полученные результаты мы поместили в *табл. 6*.

Таблица 6. Результаты общей жесткости (GH) в пробах воды

Створы	Результат в °GH	Допустимые значения ПДК для природных водоемов
--------	-----------------	--

Точка №1	10° GH.	8-25 ° GH
Точка №2	12° GH.	

**Анализ** результатов показал, что в точках №1 и №2 – общая жесткость не превышает нормы ПДК и составляет 10° GH и 12° GH соответственно.

.Анализ результатов позволил нам сделать **вывод**, что в точке №1 и №2 показатель общей жесткости (GH) воды и не превышает нормы ПДК.

### 3.2.2. Определение карбонатной жесткости (KH) в пробах воды

Затем мы определили карбонатную жесткость (KH). В стаканчик поместили 5 мл тестируемой воды, добавили индикатор по каплям и перемешали содержимое до изменения цвета: от синего цвета, через зеленый к желтому. Число капель соответствует значению карбонатной жесткости воды. Полученные результаты мы поместили в **табл. 7**.

Таблица 7. Результаты карбонатной жесткости (KH) в пробах воды

Створы	Результат в °KH	Допустимые значения ПДК для природных водоемов
Точка №1	6° KH	5-16 ° KH.
Точка №2	7° KH	

**Анализ** результатов показал, что в точках №1 и №2 – карбонатная жесткость не превышает нормы ПДК и составляет 6° KH и 7° KH соответственно.

Анализ результатов позволил нам сделать **вывод**, что в точке №1 и №2 показатель карбонатной жесткости (KH) воды не превышает нормы ПДК.

### 3.3. Определение содержания углекислого газа (CO<sub>2</sub>) в пробах воды

Используя результаты кислотности воды и результаты карбонатной жесткости, было определено содержание углекислого газа (CO<sub>2</sub>) в воде.

Полученные результаты мы поместили в **табл. 8**.

Таблица 8. Содержание углекислого газа (CO<sub>2</sub>) в пробах воды

Створы	Результат мг/л	Допустимые значения ПДК для природных водоемов
Точка №1	21,1 мг/л	14-36 мг/л
Точка №2	15,5 мг/л	

**Анализ** полученных результатов показал, что в точках №1 и №2 – содержание углекислого газа (CO<sub>2</sub>) составило 21,1 мг/л и 15,5 мг/л соответственно.

Анализ полученных результатов позволил нам сделать **ВЫВОД**, что в точке №1 и №2 показатель содержания углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) в воде не превышает нормы ПДК для природных водоемов.

### ***3.4. Определение аммиак/аммоний ( $\text{NH}_3/\text{NH}_4$ ) в пробах воды***

**Аммиак** в природных водоемах может иметь концентрацию 0,5 мг/л. Более высокие концентрации могут быть токсичными для водных организмов. Природные сезонные колебания наличия аммиака зависят от периода распада фитопланктона, бактерий и других водных организмов.

Содержание ионов аммония в природных водах варьирует в зависимости от сезона: понижение весной и в начале лета, в период интенсивной фотосинтетической деятельности фитопланктона, и повышение в конце лета — начале осени при усилении процессов бактериального разложения органического вещества.

**Наличие аммоний-иона в концентрациях указывает на свежее загрязнение и близость источника загрязнения.** Это могут быть: коммунальные очистные сооружения; отстойники промышленных отходов; животноводческие фермы; скопления навоза, азотных удобрений.

**Прогрессирующее повышение концентрации аммоний-иона в воде указывает на ухудшение санитарного состояния водоёма.** Норма содержания аммиака в воде (предельно допустимые концентрации) – не более 2 мг/дм<sup>3</sup> по азоту. При определении аммиак/аммоний ( $\text{NH}_3/\text{NH}_4$ ) мы добавляли к 10 мл воды, по 4 капли реактивов из флакона №1, №2 и №3 и перемешивали. Затем поместили стаканчик с содержимым на белый фон в центре цветовой шкалы на 5-7 и сопоставили цвет жидкости в стаканчике с цветовой шкалой.

По измеренным значениям суммарной концентрации: ионов аммония, аммиака и уровня кислотности рН определили содержание аммиака, используя таблицу. Значение концентрации аммиака в мг/л находится на

пересечении строки с измеренным значением суммарной концентрации ионов аммония и аммиака и столбца с уровнем рН.

Полученные результаты мы поместили в *табл. 9*.

Талица 9. Результаты аммиак/аммоний ( $\text{NH}_3/\text{NH}_4$ ) в пробах воды

Створы	Результат в мг/л	Допустимые значения ПДК для природных водоемов
Точка №1	0 мг/л	0,5 мг/л
Точка №2	0 мг/л	

**Анализ** показал отсутствие аммиак/аммоний в точке №1 и №2.

Анализ результатов позволил нам сделать **вывод**, что в точке №1 и №2 показатель содержания аммиак/аммоний ( $\text{NH}_3/\text{NH}_4$ ) в воде не обнаружен, что соответствует нормам ПДК для природных водоемов.

### 3.5. Определение нитратов ( $\text{NO}_3$ ) в пробах воды

В водных экосистемах нормальным считается содержание нитрат-ионов 10 мг/л., Нитраты встречаются почти во всех видах вод.

Большое количество нитратов указывает на загрязнение в прошлом фекальными водами. Определение нитратов в грунтовых водах служит оценкой процесса минерализации при фильтровании воды через почвенные слои. При исследовании поверхностных вод по содержанию нитратов можно судить о процессе нитрификации отходов. При определении нитратов ( $\text{NO}_3$ ), мы добавили к 5 мл воды с стаканчике, одну лопаточку порошкообразного вещества без верха, перемешали, добавляли по 5 капель индикатора из флаконов №1 и №2, перемешали и поместили стаканчик на белый фон в центре цветовой шкалы на 5-7 мин. Затем сопоставили цвет жидкости в стаканчике с цветовой шкалой и определили уровень концентрации нитрат-ионов. Полученные результаты мы поместили в *табл. 10*.

Талица 10. Результаты нитратов ( $\text{NO}_3$ ) в пробах воды

Створы	Результат в мг/л	Допустимые значения ПДК для природных водоемов
Точка №1	2,5 мг/л	10 мг/л
Точка №2	5,0 мг/л	

**Анализ** результатов показал допустимые значения содержания нитратов в точке №1 и №2, и составило 2,5 мг/л и 5,0 мг/л соответственно.

Анализ результатов позволил нам сделать **вывод**, что в точке №1 и №2 показатель содержания нитратов ( $\text{NO}_3$ ) соответствует нормам ПДК для природных водоемов.

### **3.6. Определение нитритов ( $\text{NO}_2$ ), в пробах воды**

При определении нитритов ( $\text{NO}_2$ ), мы добавили к 5 мл воды 3 капли индикатора из флаконов №1 и №2 и поместили стаканчик на белый фон в центре цветовой шкалы на 5-7 мин, а затем сопоставили цвет жидкости в стаканчике с цветовой шкалой и определили уровень концентрации нитрит-ионов в воде. В водных экосистемах допустимое значение содержание нитрит-ионов – 1 мг/л. Полученные результаты мы поместили в *табл. 11*.

Таблица 11. Результаты нитритов ( $\text{NO}_2$ ), в пробах воды

Створы	Результат в мг/л	Допустимые значения ПДК для природных водоемов
Точка №1	0,05 мг/л	1 мг/л
Точка №2	0,1 мг/л	

**Анализ** результатов показал, допустимые значения содержания нитритов в точке №1 и №2, и составляло 0,05 мг/л и 0,1 мг/л соответственно.

Анализ результатов позволил нам сделать **вывод**, что в точке №1 и №2 показатель содержания нитритов ( $\text{NO}_2$ ) соответствует нормам ПДК.

### **3.7. Определение фосфатов ( $\text{PO}_4$ ) в пробах воды**

**Высокая концентрация фосфатов вызывает бурное размножение микроорганизмов.**

Это приводит к снижению уровня кислорода в воде. **Содержание фосфатов в водоёмах меняется в зависимости от времени года.** В пресных водоёмах летом и весной уровень фосфатов минимален, но осенью и зимой их содержание увеличивается. **Предельно допустимые концентрации (ПДК) фосфатов для эвтрофных водоёмов, с высокой концентрацией органики, составляют 0,2 мг/л.** При определении фосфатов и работе с реактивами мы соблюдали осторожность, так как жидкий реактив содержит кислоту.

**Для определения уровня фосфатов** мы к 10 мл воды, добавили 5 капель реактива №1 из флакона (PO<sub>4</sub>), перемешали, добавили 1 мерную ложечку (без горки) порошкового реактива, перемешали, подождали 10 мин и поставили стаканчик в центр цветовой шкалы. Затем сравнили цвет раствора с цветными секторами и определили содержание фосфатов в исследуемой воде (неокрашенный раствор означает отсутствие фосфатов или наличие только следов). Числа напротив цветových секторов означают мг/л фосфатов в воде (**нормальные значения содержания фосфатов** составляют от 0 до 2 мг/л).

Полученные результаты мы поместили в *табл. 12*.

Таблица 12. Результаты фосфатов (PO<sub>4</sub>) в пробах воды

Створы	Результат в мг/л	Допустимые значения ПДК для природных водоемов
Точка №1	0,15 мг/л	0,2 мг/л
Точка №2	наличие следов	

**Анализ** результатов показал содержание фосфатов в точке №1 и №2 допустимые значения ПДК, и составило 0,15 мг/л и наличие следов соответственно.

Анализ результатов позволил нам сделать **вывод**, что в точке №1 и №2 показатель содержания фосфатов (PO<sub>4</sub>) соответствует нормам ПДК.

### **3.8. Определение меди (Cu) в пробах воды**

ПДК растворённых форм меди составляет 0,001 мг/л. **При определении концентрации меди (Cu) в воде, мы добавили** 10 мл воды, 2 мерные ложки порошка из контейнера, перемешали и сразу же добавили 5 капель реактива из флакона и он сразу частично выпал в осадок, Затем перемешали раствор и подождали 25-30 минут. Далее поставили стаканчик в центр шкалы, сравнили цвет раствора с цветными секторами и определили содержание меди. **Нормальное значение** содержания меди должно быть – 0.

Полученные результаты мы поместили в *табл. 13*.

Таблица 13. Результаты меди (Cu) в пробах воды

Створы	Результат в мг/л	Допустимые значения ПДК для природных водоемов
Точка №1	0 мг/л	0,001 мг/л
Точка №2	0 мг/л	

**Анализ** полученных результатов показал содержание меди в точке №1 и №2 составляют 0 мг/л и соответствуют нормам ПДК.

Анализ результатов позволил нам сделать **вывод**, что в точке №1 и №2 показатель содержания меди (**Cu**) соответствует нормам ПДК.

### 3.9. Определение железа (*Fe*) в пробах воды

Содержание железа в поверхностных водах повышается с увеличением концентрации растворённого органического вещества и придаёт воде неприятные органолептические свойства, металлический привкус и запах. В воде с повышенным содержанием железа создаются благоприятные условия для развития железобактерий, продукты жизнедеятельности которых являются канцерогенами. Повышенное содержание железа также негативно влияет на жизнедеятельность гидробионтов: гидроксиды железа, образующиеся в щелочной среде, вызывают отравление рыб, а соединения железа связывают растворённый в воде кислород, что приводит к массовой гибели рыб и других гидробионтов. ПДК общего железа в воде водоёмов до 0,3 мг/л.

Для определения уровня железа (**Fe**) в воде мы добавили к 20 мл воды, мерную ложку (без горки) порошка из контейнера, перемешали и добавили 5 капель реактива из флакона, перемешали и подождали 10–15 минут,

Затем поставили стаканчик в центр цветовой шкалы, сравнили цвет раствора с цветными секторами и определили содержание железа в воде.

**Оптимальной концентрацией железа** в пресноводном водоеме считается 0,1–0,2 мг/л, допустимые значения ПДК можно считать до 0,3 мг/л.

**Полученные результаты** мы поместили в *табл. 14*.

Таблица 14. Результаты содержания железа (**Fe**) в пробах воды

Створы	Результат в мг/л	Допустимые значения ПДК для природных водоемов
--------	------------------	--

Точка №1	0,3 мг/л	0,1–0,2 мг/л, до 0,3 мг/л
Точка №2	0,3 мг/л	

**Анализ** результатов показал, что в точке №1 и №2 содержание железа соответствует одинаковому уровню – 0,3 мг/л,

Анализ результатов позволил нам сделать **вывод**, что содержание железа (Fe) в точке №1 и №2 имеет допустимые значения ПДК для водоемов.

Все полученные результаты химических показателей мы поместили в **табл.22**.

Таблица 15. Результаты химических показателей проб воды

Показатели	Полученные результаты химических показателей в пробах воды		ПДК
	Точка 1	Точка 2	
кислотность	7,0	7,2	6,5 - 8,5
общая жесткость	10° GH	12° GH	8-25° GH°
карбонатная жесткость	6° GH	7° GH	5-16° GH
углекислый газ	21,1 мг/л	15,5 мг/л	14-36 мг/л
аммиак/аммоний	0 мг/л	0 мг/л	0,5 мг/л
нитраты	2,5 мг/л	5,0 мг/л	10 мг/л
нитриты	0,05 мг/л	0,1 мг/л	1 мг/л
фосфаты	0,15 мг/л	наличие следов	0,2 мг/л
медь	0 мг/л	0 мг/л	0,001 мг/л
железо	0,3 мг/л	0,3 мг/л	0,1-02, до 0,3 мг/л

**Анализ** результатов показал, что в пробах воды в точке №1 и №2 химические показатели, не превышают допустимые значения ПДК для природных водоемов. Стоит отметить, что в точке №2 по некоторым показателям были получены результаты выше, чем в точке №1.,

Анализ результатов позволил нам сделать **вывод**, что качество воды в точке №1 и №2 по химическим показателям – удовлетворительное.

На основании всех полученных результатов исследований мы оценили качество воды **неудовлетворительно**, поскольку многие органолептические показатели превышают нормы ПДК для природных водоемов.

#### **Глава 4. Результаты мониторинга гидрофизических параметров и химических показателей воды в весенний период**

##### **4.1.Результаты мониторинга гидрофизических параметров воды**

Началом наших мониторинговых исследований состояния качества воды в реке Малая Березина стало определение гидрофизических параметров воды в тех же условиях, как и в зимний период.

Нами были произведены замеры температуры воды в двух точках, отбор проб воды и донных отложений также в 2-х точках



рис.12.

Рис. 12. Определение гидрофизических показателей воды В ходе проведения исследований были получены следующие результаты: в точке №1(выше по течению) + 5,5°C, а в точке №2 (ниже по течению) + 17°C.

**Анализ** полученных результатов показал, что температура в точках № 1 и №2 варьирует с разницей на 11,5 °С. Это можно объяснить тем, что в водоем сбрасывается, пусть даже чистая, сточная вода с повышенной температурой, что и ведет, в свою очередь, к терминальному загрязнению.

**Причины и прогнозирование:** последствия терминальных загрязнений для водных экосистем не менее губительны, чем при сбросе загрязняющих веществ, поскольку они повышают температуру природных вод. Это ведет к ускорению эвтрофикации водоема и ухудшению качества воды.

Анализ полученных результатов замеров температуры в 2-х точках позволил нам сделать **вывод**, что в точке №2 температура воды значительно превышает нормы ПДК (не более 3°C) и указывает на создание губительных условий жизни для природной экосистемы.

При определении состава донных отложений был получен аналогичный результат состава донных отложений, полученного в зимний период. В состав донных отложений входили песок, глина, растительные остатки и ил.

На основании анализа полученных результатов мы пришли к **выводу**, что в воде (точке «2») находятся загрязнители органического происхождения, которые могут влиять на самоочищающуюся способность реки.

Далее были определены органолептические показатели воды по методикам тех же авторов. Полученные результаты мы поместили в **табл. 16**.

Таблица 16. Результаты органолептических показателей воды

Показатели	Результаты (весна)		Оценка результатов и ПДК
	Точка№1	Точка№2	
Прозрачность	27см	26	10-20 см – допустимые значения; больше 30 см – хорошая
Цветность	балла	балла	не более 2 баллов
Запах	балла	балла	не более 2 баллов

**Анализ** полученных результатов показал, что органолептические показатели воды не превышают нормы ПДК для природных водоемов.

Анализ полученных позволил нам сделать вывод, что органолептические показатели воды характеризуют положительное качество воды.

Для сравнительного анализа органолептических показателей воды в зимне-весенний период, мы поместили результаты в **табл. 17**.

Таблица 17. Сравнительные органолептические показатели воды

Показатели	Результаты (зима)		Результаты (весна)		Оценка результатов и ПДК
	Точка№1	Точка№2	Точка№1	Точка №2	
Прозрачность	15 см	8 см	27см	26см	10-20 см – допустимые значения; больше 30 см – хорошая
Цветность	2 балла	3балла	1 балл	1 балла	не более 2 баллов
Запах	3 балла	4 балла	1 балл	2 балла	не более 2 баллов

**Сравнительный анализ** результатов показал допустимые значения органолептических показателей в весенний период, а в зимний – нет. Мы объяснили это тем, что длительная плюсовая температура окружающей среды в зимний период привела к паводку, поэтому в реку попадали загрязнители с берегов, что повлияло на результаты и соответственно на качество воды.

Сравнительный анализ позволил нам сделать **вывод**, что качество воды по органолептическим показателям имело снижение допустимых значений во время паводка и в обычном режиме не превышает нормы ПДК.

#### 4.2. Результаты мониторинга химических показателей воды

Далее были проведены исследования химических показателей воды. Полученные результаты мы поместили в **табл. 18**.

Таблица 18. Результаты химических результатов (весна)

Показатели	Полученные результаты химических показателей в пробах воды		ПДК
	Точка 1	Точка 2	
кислотность	7,0	7,0	<b>6.5 - 8,5</b>
общая жесткость	12° GH	14° GH	<b>8-25° GH°</b>
карбоновая жесткость	6° GH	5° GH	<b>5-16° GH</b>
углекислый газ	21,1 мг/л	17,6 мг/л	<b>14-36 мг/л</b>
аммиак/аммоний	0 мг/л	0,5 мг/л	<b>0,5 мг/л</b>
нитраты	1,5 мг/л	2,5 мг/л	<b>10 мг/л</b>
нитриты	0,05 мг/л	0,1 мг/л	<b>1 мг/л</b>
фосфаты	0 мг/л	0 мг/л	<b>0,2 мг/л</b>
медь	0 мг/л	0 мг/л	<b>0 мг/л</b>
железо	0,3 мг/л	0,3 мг/л	<b>0,1-02, до 0,3 мг/л</b>

**Анализ** результатов показал, что в пробах воды в точке №1 и №2 химические показатели, не превышают допустимые значения ПДК.

Анализ результатов позволил нам сделать **вывод**, что качество воды по химическим показателям **удовлетворительное**.

Далее, для сравнительного анализа результаты химических показателей полученных в зимне-весенний период мы поместили в **табл. 19**.

Таблиц 19. Результаты химических показателей зимне-весенний период

Показатели	Результаты (зима)		Результаты (весна)		ПДК
	Точка 1	Точка 2	Точка 1	Точка 2	
кислотность	7,0	7,2	7,0	7,0	<b>6.5 - 8,5</b>
общая жесткость	10° GH	12° GH	12° GH	14° GH	<b>8-25° GH°</b>
карбоновая жесткость	6° GH	7° GH	6° GH	5° GH	<b>5-16° GH</b>
углекислый газ	21,1 мг/л	15,5 мг/л	21,1 мг/л	17,6 мг/л	<b>14-36 мг/л</b>
аммиак/аммоний	0 мг/л	0 мг/л	0 мг/л	0,5 мг/л	<b>0,5 мг/л</b>
нитраты	2,5 мг/л	5,0 мг/л	1,5 мг/л	2,5 мг/л	<b>10 мг/л</b>
нитриты	0,05 мг/л	0,1 мг/л	0,05 мг/л	0,1 мг/л	<b>1 мг/л</b>
фосфаты	0,15 мг/л	наличие следов	0 мг/л	0 мг/л	<b>0,2 мг/л</b>
медь	0 мг/л	0 мг/л	0 мг/л	0 мг/л	<b>0 мг/л</b>
железо	0,3 мг/л	0,3 мг/л	0,3 мг/л	0,3 мг/л	<b>0,1-02, до 0,3 мг/л</b>

**Сравнительный анализ** показал допустимые значения химических показателей воды в зимне-весенний период.

На основании анализа мы сделали вывод, что химические показатели воды в зимне-весенний период соответствуют нормам ПДК для природных водоемов.

Таким образом, на основании сравнительного анализа полученных результатов исследований гидрофизических и химических показателей воды, мы сделали вывод и оценили состояние качества воды в реке Малая Березина – **неудовлетворительной**, поскольку при исследовании гидрофизических параметров воды было обнаружено термическое загрязнение, которое может привести к нарушению и гибели экосистемы.

#### **Предложения:**

- осуществить контроль за работой, направленной на проверку эффективности работы локальных очистных сооружений.
- довести до сведения жителей информацию о системе штрафов за экологические нарушения.
- усилить административную ответственность за нарушения несанкционированных сбросов сточных вод в реку.
- провести силами "Руднятеплоэнерго" и учащимися школы работу по очистке берегов реки от мусора.
- ввести как обязательный предмет «Экология» в учебный план.

#### **Перспективы на будущее:**

- определить гидрохимические и химические показатели воды в реке Малая Березина в летне-осенний период;
- проводить мониторинг по определению качества воды.

## Заключение

Результаты теоретической и практической части работы позволили нам сделать следующие выводы:

- изучена научная литература по данному вопросу, освоены методики для проведения исследований;
- проведена комплексная исследовательская работа и дана **неудовлетворительная** оценка качества воды, на основании анализа полученных результатов исследований на участке реки Малая Березина в деревне Березино, что подтвердило высказанную нами гипотезу;
- внесены предложения по улучшению экологического состояния реки и определены перспективы на будущее;
- в ходе выполнения работы были решены все задачи и цель достигнута, а также была возможность приобрести новые знания и умения и быть причастным к решению экологических проблем.

В заключении надо отметить, что экологическое состояние реки Малая Березина находится в неудовлетворительном состоянии по вине человека.

Хочется верить, что каждому жителю нашего города невозможно принять недвусмысленное выражение *«После нас, хоть потоп»*, высказанное в СМИ.

Вряд ли надо убеждать всех в том, что необходимо помнить о том, что останется после нас: полноводная чистая речка или зарастающее грязное болото.

Мы надеемся, что руководство города Рудня и население сделают правильный выбор и все возможное по улучшению экологического состояния реки Малая Березина, которая нуждается в принятии неотложных

действенных мер, осознанного и ответственного отношения к данной проблеме и создания всех необходимых условий для её сохранения.

### **Список литературы**

1. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг. Учебно-методическое пособие /Под ред. Т.Я. Ашихминой – М.: АГАР, 2000.
2. Гусейнов А.Н., Александрова В.П., Нифантьева Е. А. Изучение водных экосистем в урбанизированной среде»: практикум с основами экологического проектирования. 10 – 11 классы. – М.: ВАКО, 2015. – 112 С.
3. Пугал Н.А., Евстигнеев В.Е. Методические рекомендации по проведению экологического практикума. М.: ООО «Химлабо», 2008.
4. Материал из Википедии – свободной энциклопедии [Электронный ресурс] [https://ru.wikipedia.org/wiki/Малая\\_Березина](https://ru.wikipedia.org/wiki/Малая_Березина).
5. Статья «Самая грязная река региона протекает в Руднянском районе» [Электронный ресурс] <https://smoldaily.ru/samaya-gryaznaya-reka-regiona-protokaet-v-rudnyanskom-rayone>.

